1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 1 (2 Janvier 1912).



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'au tant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance pu blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savan étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personn qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Ac démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un r sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires so tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nomm mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extra autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le fo pour les articles ordinaires de la correspondance off cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être rem à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tar le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé a *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planche ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraien autorisées, l'espace occupé par ces figures compter pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports e les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrativ fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendu* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pré sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de le déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivant



COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-CINQUANTE-QUATRIÈME.

JANVIER – JUIN 1912.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1912.

SCIENCES MATHÉMATIQUES

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs:

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (C. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (C. ✻).
PAINLEVÉ (Paul) ✻.
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

Section II. — *Mécanique.*

BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).
VIEILLE (Paul-Marie-Eugène) (O. ✻).
LECORNU (Léon-François-Alfred) (O. ✻).

Section III. — *Astronomie.*

WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✻.
BIGOURDAN (Guillaume) ✻.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻).
HAMY (Maurice-Théodore-Adolphe).
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antoine) (C. ✻).
GUYOU (Émile) (C. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).
BERTIN (Louis-Émile) (C. ✻).
LALLEMAND (Jean-Pierre, *dit* Charles) (O. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Lippmann (Gabriel) (c. ✻).
Violle (Louis-Jules-Gabriel) (o. ✻).
Amagat (Émile-Hilaire) (o. ✻).
Bouty (Edmond-Marie-Léopold) (o. ✻).
Villard (Paul).
Branly (Édouard-Eugène-Désiré) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Gautier (Émile-Justin-Armand) (c. ✻).
Lemoine (Georges) (o. ✻).
Haller (Albin) (o. ✻).
Le Chatelier (Henry-Louis) (o. ✻).
Jungfleisch (Émile-Clément) (o. ✻).
Moureu (Charles-Léon-François) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

Lacroix (François-Antoine-Alfred) ✻.
Barrois (Charles-Eugène) (o. ✻).
Douvillé (Joseph-Henri-Ferdinand) (o. ✻).
Wallerant (Frédéric) ✻.
Termier (Pierre-Marie) (o. ✻).
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique.*

Guignard (Jean-Louis-Léon) (o. ✻).
Bonnier (Gaston-Eugène-Marie) ✻.
Prillieux (Édouard-Ernest) (o. ✻).
Zeiller (Charles-René) (o. ✻).
Mangin (Louis-Alexandre) (o. ✻).
N . . . .

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✱).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (G. O. ✱).
MÜNTZ (Charles-Achille) (O. ✱).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✱).
SCHLŒSING (Alphonse-Théophile) ✱.
MAQUENNE (Léon-Gervais-Marie) ✱.

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✱).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (C. ✱).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) (O. ✱).
DELAGE (Marie-Yves) (O. ✱).
BOUVIER (Louis-Eugène) ✱.
HENNEGUY (Louis-Félix) (O. ✱).

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

BOUCHARD (Charles-Jacques) (G. O. ✱).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (C. ✱).
ARSONVAL (Arsène D') (C. ✱).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✱).
DASTRE (Albert-Jules-Frank) (O. ✱).
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (G. O. ✱), pour les Sciences mathématiques.

VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (C. ✱), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (C. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✻).
LABBÉ (Léon) (C. ✻).
BONAPARTE (Le prince Roland).
CARPENTIER (Jules-Adrien) (C. ✻).
TEISSERENC DE BORT (Philippe-Léon) ✻.
TISSERAND (Louis-Eugène) (G. O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS [1].

LISTER (Lord), à Londres.
SUESS (Édouard), à Vienne.
MONACO (S. A. S. Albert Ier, Prince souverain DE) (G. C. ✻).
RAYLEIGH (Lord), à Witham (Angleterre) (O. ✻).
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
VAN DER WAALS (Joannes-Diderik), à Amsterdam.
DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
HITTORF (Wilhelm), à Munster.
RAMSAY (Sir William) (O. ✻), à Londres.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORENTZ (Hendrik-Ontoon), à Leyde.
N. . . . .

---

(1) Un décret, en date du 1er décembre 1909, a porté le nombre des Associés étrangers de 8 à 12.

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

Messieurs :

SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf) (O. ✻), à Stockholm.
NŒTHER (Max), à Erlangen.
VOLTERRA (Vito), à Rome.
GUICHARD (Claude), à Clermont-Ferrand.
GORDAN (Paul), à Erlangen.
HILBERT (David), à Gœttingue.
COSSERAT (Eugène-Maurice-Pierre), à Toulouse.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel) (O. ✻), à Versailles.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
WITZ (Marie-Joseph-Aimé), à Lille.
ZABOUDSKI (Nicolas), à Saint-Pétersbourg.
LEVI-CIVITA (Tullia), à Padoue.
VOIGT (Woldemar), à Gœttingue.

SECTION III. — *Astronomie* (16).

LOCKYER (Sir Joseph-Norman), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (Sir David) (O. ✻), à Londres.

Messieurs :

BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (C. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) (O. ✻), à l'Observatoire de Lyon.
HILL (George-William), à West-Nyack (États-Unis).
WEISS (Edmund) (O. ✻), à l'Observatoire de Vienne.
PICKERING (Edward-Charles), à Cambridge (Massachusetts).
GAILLOT (J.-B.-Aimable) (✻), à La Varenne-Saint-Hilaire (Seine).
TURNER (Herbert-Hall), à Oxford.
HALE (George-Ellery), à Mount Wilson (Californie).
KAPTEYN (Jacobus-Cornelius) (O. ✻), à Groningue.
VERSCHAFFEL (Aloys), à Abbadia (Basses-Pyrénées).

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
DARWIN (Sir George), à Cambridge.
BRASSEY (Thomas, Lord) (C. ✻), à Londres.
ALBRECHT (Carl-Theodor), à Potsdam.
HEDIN (Sven-Anders) (C. ✻), à Stockholm.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis) (O. ✻), à Lyon.
BENOÎT (Justin-Miranda-René) (O. ✻), à Sèvres.
CROOKES (Sir William), à Londres.
BLASERNA (Pietro), à Rome.
GUILLAUME (Charles-Édouard), à Sèvres.
ARRHENIUS (Svante-August), à Stockholm.
THOMSON (Joseph-John), à Cambridge.
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

Messieurs :

LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile, *dit* François) ✻, à Sarrazac.
ROSCOË (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
FISCHER (Emil), à Berlin.
SABATIER (Paul) (O. ✻), à Toulouse.
FORCRAND DE COISELET (Hippolyte-Robert DE) (O. ✻), à Montpellier.
HENRY (Louis), à Louvain.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) (O. ✻), à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien) ✻, à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
ŒHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
BRÖGGER (Waldemar-Christofer), à Christiania.
HEIM (Albert), à Zurich.
ZIRKEL (Ferdinand), à Leipzig.
KILIAN (Charles-Constant-Wilfrid) (O. ✻), à Grenoble.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
WARMING (Johannes-Eugenius-Beilow), à Copenhague.
FLAHAULT (Charles-Henri-Marie) (O. ✻), à Montpellier.
BERTRAND (Charles-Eugène) ✻, à Amiens.
BOUDIER (Jean-Louis-Émile) ✻, à Montmorency.
WIESNER (Julius), à Vienne.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

Messieurs :

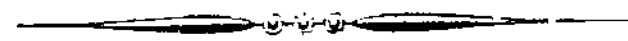
PAGNOUL (Aimé) (O. ✻), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse) (O. ✻), à Bordeaux.
WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
HECKEL (Édouard-Marie) (C. ✻), à Marseille.
GODLEWSKI (Emil), à Cracovie.
PERRONCITO (Edouardo), à Turin.
WAGNER (Paul), à Darmstadt.
LECLAINCHE (Emmanuel-Louis-Auguste) ✻, à Toulouse.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

FABRE (Jean-Henri) (O. ✻), à Sérignan (Vaucluse).
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
METCHNIKOFF (Élie) (O. ✻), à Sèvres
WALDEYER (Henri-Guillaume-Godefroi), à Berlin.
SIMON (Eugène-Louis), à Lyons-la-Forêt (Eure).
PÉREZ (Jean) ✻, à Bordeaux.
FRANCOTTE (Charles-Joseph-Polydore), à Bruxelles.
AVEBURY (John Lubbock, Lord) (O. ✻), à Londres.
RENAUT (Joseph-Louis) ✻, à Lyon.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
BACCELLI (Guido), à Rome.
CALMETTE (Léon-Charles-Albert) (O. ✻), à Lille.
MANSON (Sir Patrick), à Londres.
PAVLOV (Jean-Petrovitz), à Saint-Pétersbourg.
BERNSTEIN (Julien), à Halle-sur-Saale.
N. . . . .
N. . . . .



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.



SÉANCE DU MARDI 2 JANVIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.



M. **Armand Gautier**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1911.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1912.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CL (1er semestre de l'année 1910) et le Tome CLI (2e semestre de l'année 1910) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros des 1er et 2e semestres de l'année 1911 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Procès-Verbaux des séances de l'Académie des Sciences. — Tenus depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835. — Tome I, An IV-An VII (1795-1799).

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Tome LII. Mémoire n° 1. *Lepidostrobus Brownii (Unger) Schimper*, par M. R. Zeiller. L'impression de ce Mémoire, qui comprend 9 feuilles et 14 planches hors texte, est entièrement terminée.

Mémoires des Savants étrangers. — Tome XXXV. Le Mémoire n° 1, dont l'auteur est M. Gabriel Kœnigs, est intitulé : *Mémoire sur les courbes conjuguées dans le mouvement relatif le plus général de deux corps solides;* l'impression de ce Mémoire, comprenant 27 feuilles, est entièrement terminée.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1911.

Membres décédés.

Section d'Astronomie. — M. **Radau**, le 21 décembre.
Section de Chimie. — M. **Troost**, le 30 septembre.
Section de Minéralogie. — M. **Michel Lévy**, le 25 septembre.
Section de Botanique. — M. **Bornet**, le 18 décembre.
Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Lannelongue**, le 22 décembre.
Associé étranger. — Sir **Joseph Dalton Hooker**, décédé à Kew, en décembre.

Membres élus.

Section de Physique générale. — M. **Branly**, le 23 janvier, en remplacement de M. Gernez, décédé.
Section de Chimie. — M. **Moureu**, le 4 décembre, en remplacement de M. Troost, décédé.
Académicien libre. — M. **Eugène Tisserand**, le 20 février, en remplacement de M. Jules Tannery, décédé.

Membres à remplacer.

Section d'Astronomie. — M. **Radau**, décédé le 21 décembre 1911.
Section de Minéralogie. — M. **Michel Lévy**, décédé le 25 septembre 1911.
Section de Botanique. — M. **Bornet**, décédé le 18 décembre 1911.
Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Lannelongue**, décédé le 22 décembre 1911.
Associé étranger. — Sir **Joseph Dalton Hooker**, décédé à Kew, en décembre 1911.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1911.

Correspondant élu Académicien libre.

Section d'Économie rurale. — M. **Eugène Tisserand**, à Vaucresson, élu Académicien libre, le 20 février, en remplacement de M. Jules Tannery, décédé.

Correspondants décédés.

Section de Géométrie. — M. **Meray**, à Dijon, le 2 février.
Section de Mécanique. — M. **Van't Hoff**, à Berlin, le 1er mars.
Section de Physique générale. — M. **Bosscha**, à Heemstede, le 15 avril.
Section de Chimie. — M. **Ladenburg**, à Breslau, décédé au mois d'août.
Section d'Économie rurale. — M. **Houzeau**, à Rouen, le 17 février.

Correspondants élus.

Section de Géométrie. — M. **Hilbert**, à Gœttingue, le 20 mars, en remplacement de M. Dedekind, élu Associé étranger; M. **E. Cosserat**, à Toulouse, le 19 juin, en remplacement de M. Meray, décédé.

Section de Mécanique. — M. **Zaboudski**, à Saint-Pétersbourg, le 12 juin, en remplacement de M. Sire, décédé; M. **Levi-Civita**, à Turin, le 19 juin, en remplacement de M. Zeuner, décédé; M. **Waldemar Voigt**, à Gœttingue, le 3 juillet, en remplacement de M. Van 't Hoff, décédé.

Section d'Astronomie. — M. **A. Verschaffel**, le 26 décembre, en remplacement de Sir William Huggins, décédé.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Sven Hedin**, à Stockholm, le 29 juin, en remplacement de S. A. S. Albert Ier, Prince souverain de Monaco, élu Associé étranger.

Section de Physique générale. — M. **Guillaume**, à Sèvres, le 13 février, en remplacement de M. Van der Waals, élu Associé étranger; M. **Arrhenius**, à Stockholm, le 13 mars, en remplacement de M. Hittorf, élu Associé étranger; M. **J.-J. Thomson**, à Cambridge, en remplacement de M. Lorentz, élu Associé étranger.

Section d'Économie rurale. — M. **Godlewski**, à Cracovie, le 29 mai, en remplacement de M. Fliche, décédé; M. **Edouardo Perroncito**, à Turin, le 12 juin, en remplacement de M. Kuehn, décédé; M. **Paul Wagner**, à

Darmstadt, le 19 juin, en remplacement de M. Houzeau, décédé; M. **Leclainche**, à Toulouse, le 27 novembre, en remplacement de M. Tisserand, élu Académicien libre.

Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Renaut**, à Lyon, le 10 juillet, en remplacement de M. Armand Sabatier, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Pavlov**, à Saint-Pétersbourg, le 13 mars, en remplacement de M. Hergott, décédé; M. **Julius Bernstein**, à Halle-sur-Saale, le 17 juillet, en remplacement de M. Engelmann, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Physique générale. — M. **Bosscha**, à Heemstede, décédé le 15 avril 1911.

Section de Chimie. — M. **Adolf von Baeyer**, élu Associé étranger, le 31 janvier 1910; M. **Cannizzaro**, à Rome, décédé le 14 mai 1910; — Sir **William Ramsay**, à Londres, élu Associé étranger, le 27 juin 1910; M. **Ladenburg**, à Breslau, décédé en août 1911.

Section de Botanique. — M. **Treub**, à Saint-Raphaël, décédé le 30 octobre 1910.

Section d'Économie rurale. — M. **Arloing**, à Lyon, décédé le 21 mars 1911.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Ernst von Leyden**, à Berlin, décédé le 5 octobre 1910; M. **Mosso**, à Turin, décédé le 24 novembre 1910.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Armand Gautier** s'exprime en ces termes :

Messieurs,

Avant de quitter le fauteuil de la Présidence et de passer mes pouvoirs à M. Lippmann, permettez-moi de vous remercier encore du grand honneur que vous m'avez fait en me chargeant de la direction de vos séances durant

l'année qui vient de finir. De cette marque d'estime et de confiance, la plus haute récompense de ma vie scientifique, je vous garde une très vive gratitude.

Je prie M. Lippmann, notre nouvel et bien honoré Président, de me remplacer à ce fauteuil successivement occupé par tant d'illustres savants, et je fais des vœux pour que M. le Dr Guyon, encore souffrant, puisse bientôt venir prendre ici la place de Vice-Président que lui a confiée l'unanimité de vos suffrages.

M. G. **Lippmann**, en prenant position du fauteuil de la Présidence, s'exprime ainsi :

Mes chers Confrères,

En succédant à mon éminent prédécesseur, M. Armand Gautier, j'ai un premier devoir très agréable à remplir : je vous remercie de m'avoir appelé au fauteuil pour l'année 1912. C'est une marque d'amitié et de confiance que vous avez bien voulu m'accorder, dont je vous suis profondément reconnaissant et dont je sens le très haut prix.

L'honneur de vous avoir présidé est le plus grand que puisse désirer un savant. Quelques responsabilités réelles accompagnent cet honneur; mais la longue expérience, le dévouement continu de MM. les Secrétaires perpétuels demeurent de sûres garanties de la bonne marche de nos affaires.

Quant à la tenue de nos séances publiques, elle est ce qu'il y a de plus facile, grâce à nos excellentes traditions.

Plusieurs de mes prédécesseurs ont exprimé le regret de n'avoir pu toujours obtenir un silence complet pendant l'exposé des travaux présentés à l'Académie. Sur ce point, je n'espère guère être plus heureux ni pouvoir toujours empêcher le murmure des conversations particulières de venir se mêler à la voix des orateurs. Il est certain qu'il y a pour nous deux conditions à remplir à la fois. Il faut évidemment que toutes les communications faites publiquement puissent s'entendre. Il est bon, d'autre part, qu'on puisse causer entre confrères; les conversations, les discussions particulières font naturellement et utilement partie de l'activité d'un corps tel que le nôtre. Comment tout concilier? M. Émile Picard a déjà indiqué le moyen, qui est très simple et en usage dans d'autres assemblées. Là, autour de la salle des séances, loin de la tribune, il y a des couloirs. Ici

nous n'avons rien qui ressemble à des couloirs, mais nous pouvons disposer de cette charmante petite salle de l'Académie française, le meilleur endroit de France et le plus choisi pour dire ce qu'on veut sans troubler personne.

Si nous en usions plus souvent, les communications seraient mieux entendues, et l'animation, la vie intense de nos réunions n'en seraient pas diminuées.

Dans notre dernière séance, Messieurs, vous avez, à l'unanimité, élu M. Félix Guyon vice-président de l'Académie des Sciences pour l'année 1912.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma rhodesiense (*Stephens et Fantham*). Note de MM. **A. Laveran** et **Nattan Larrier.**

Dans une Note antérieure ([1]), l'un de nous a montré que *Tr. gambiense* et *Tr. rhodesiense* qui diffèrent au point de vue morphologique, au point de vue de leur virulence pour différentes espèces animales, au point de vue de leurs réactions aux épreuves de séro-diagnostic, présentent en outre ce caractère différentiel important qu'un animal ayant l'immunité pour *Tr. gambiense* s'infecte par *Tr. rhodesiense* comme un animal neuf.

Le bouc immunisé pour *Tr. gambiense* qui avait été inoculé par *Tr. rhodesiense* le 22 novembre 1911, a succombé le 27 décembre, c'est-à-dire au bout de 35 jours, à l'infection produite par ce dernier trypanosome; la chèvre témoin, inoculée en même temps que le bouc, vit encore, mais elle est dans un état grave et elle ne tardera pas à succomber également.

Dans cette nouvelle Note, nous examinerons l'action comparée du sérum humain sur *Tr. gambiense* et sur *Tr. rhodesiense* et nous montrerons ensuite que *Tr. rhodesiense* ne doit pas être identifié à *Tr. Brucei.*

Laveran a montré que le sérum humain actif (en mélange ou à titre curatif) sur différents virus de trypanosomiases animales, était inactif sur *Tr. gambiense* ([2]).

Mesnil et Ringenbach ont constaté au contraire que le sérum humain était actif, en mélange ou à titre curatif, sur *Tr. rhodesiense* ([3]); fait imprévu pour un trypanosome de provenance humaine, comme le *Tr. gambiense.*

([1]) A. Laveran, *Comptes rendus*, séance du 4 décembre 1911.

([2]) Voir notamment A. Laveran, *Comptes rendus*, séance du 22 février 1904.

([3]) F. Mesnil et J. Ringenbach, *Comptes rendus*, séance du 27 novembre 1911.

Nos expériences, faites avec des sérums humains de différentes provenances, nous ont montré que ces sérums étaient tout à fait inactifs sur *Tr. gambiense*, alors même qu'on employait un trypanosome qui depuis 9 années était conservé par passages chez les animaux (presque toujours par cobayes), et qui, par suite, aurait pu devenir sensible au sérum humain, à l'action duquel il se serait déshabitué.

Les sérums humains expérimentés avec *Tr. rhodesiense* se sont montrés au contraire actifs, mais à des degrés très variables.

1° Sérum d'un paludéen syphilitique. Une souris qui a reçu, dans le péritoine, le virus en mélange avec $0^{cm^3},50$ du sérum, meurt au bout de 9 jours; une souris qui a reçu le virus en mélange avec 1^{cm^3} de sérum, meurt au bout de 11 jours. La souris témoin meurt au bout de 4 jours. Le retard dans l'apparition des trypanosomes dans le sang des souris ayant reçu du virus en mélange avec le sérum est de 5 jours.

2° Sérum d'un tuberculeux. Une souris qui a reçu, dans le péritoine, le virus en mélange avec $0^{cm^3},25$ du sérum, meurt 11 jours après l'inoculation; une souris qui a reçu le virus en mélange avec $0^{cm^3},50$ du sérum, meurt 17 jours après l'inoculation; une souris qui a reçu le virus en mélange avec 1^{cm^3} du sérum, meurt au bout de 14 jours. La souris témoin meurt 5 jours après l'inoculation. Les retards dans l'apparition des trypanosomes chez les trois souris inoculées avec le virus mélangé au sérum ont été respectivement de 7, 13 et 7 jours.

3° Sérum d'un tuberculeux. Une souris qui a reçu, dans le péritoine, le virus en mélange avec $0^{cm^3},50$ du sérum ne s'infecte pas; une souris qui a reçu le virus en mélange avec 1^{cm^3} du sérum, meurt 11 jours après l'inoculation; le retard dans l'apparition des trypanosomes chez cette souris est de 5 jours. Chez la souris témoin, les trypanosomes apparaissent le 2e jour et la mort survient le 5e jour après l'inoculation.

4° Sérum d'un syphilitique. Une souris qui a reçu, sous la peau, le virus en mélange avec $0^{cm^3},50$ du virus meurt 14 jours après l'inoculation, mais il n'y a pas de trypanosomes dans le sang et la rate ne pèse que $0^{g},10$. La mort doit donc être attribuée à une circonstance accidentelle, et non à la trypanosomiase. Une autre souris qui a reçu, sous la peau, le virus en mélange avec 1^{cm^3} du sérum ne s'est pas infectée 16 jours après l'inoculation. Une souris témoin est morte 7 jours après l'inoculation.

L'étude de l'action curative des sérums humains sur les souris infectées avec le *Tr. rhodesiense* a été l'objet des deux expériences suivantes :

1° 4 souris sont inoculées, sous la peau, avec le *Tr. rhodesiense*; 3 jours après l'inoculation les 4 souris ont des trypanosomes dans le sang; 3 souris sont traitées, la 4e sert de témoin. Les souris traitées reçoivent respectivement : $0^{cm^3},50$, 1^{cm^3} d'un sérum humain et 1^{cm^3} d'un autre sérum humain; chez les 3 souris, les trypanosomes disparaissent du sang, mais pour reparaître au bout de quelques jours et les souris meurent en 9, 20 et 15 jours. La souris témoin meurt en 9 jours.

2° 3 souris inoculées sous la peau avec le *Tr. rhodesiense* ont, le 3e jour après l'inoculation, des trypanosomes très rares. 2 des souris reçoivent, l'une $0^{cm^3},50$, l'autre

1$^{cm^3}$ de sérum humain; les trypanosomes disparaissent du sang, mais reparaissent au bout de quelques jours et les 2 souris traitées meurent 17 jours après l'inoculation. La souris témoin meurt en 10 jours.

Ces expériences ne laissent pas de doute sur l'action empêchante que le sérum humain, employé au mélange ou à titre curatif, exerce sur le *Tr. rhodesiense;* il est curieux de constater que la dose de 0$^{cm^3}$,50 de sérum humain a donné plusieurs fois des résultats meilleurs que la dose de 1$^{cm^3}$.

Le fait que le sérum humain ne fait souvent que retarder l'évolution du *Tr. rhodesiense* explique déjà que ce trypanosome puisse être infectant pour les sujets dont le sérum est peu actif ; nos expériences démontrent en outre que le *Tr. rhodesiense* devient rapidement séro-résistant par rapport au sérum humain.

Un virus qui, inoculé en mélange avec un sérum peu actif, avait donné lieu chez une souris à une infection simplement retardée, est devenu résistant à des sérums plus actifs que le premier et a conservé cette propriété après le 5e passage par souris.

Dans une autre série d'expériences, le virus séro-résistant souche a été inoculé à des souris en mélange avec du sérum humain dans le but de renforcer la séro-résistance; après 6 passages effectués dans ces conditions, le virus a été essayé avec un sérum très actif; au bout de 24 heures, la souris ayant reçu le mélange et la souris témoin ont présenté des trypanosomes et l'évolution de la trypanosomiase a été rapidement mortelle chez les 2 souris.

Le virus séro-résistant a été conservé sur souris et, quand il aura subi un certain nombre de passages chez ces animaux, il sera essayé de nouveau dans le but de constater s'il redevient sensible au sérum humain.

Il paraît évident que le *Tr. rhodesiense* qui existe dans le sang de l'homme est résistant au sérum humain et qu'il n'y devient sensible qu'à la suite d'un certain nombre de passages par les animaux.

Low a émis l'opinion que le *Tr. rhodesiense* qui est sans doute propagé comme le *Tr. Brucei* par les *Glossina morsitans*, et qui a des affinités avec ce dernier trypanosome au point de vue morphologique, devait peut-être lui être identifié (1).

L'expérience suivante prouve qu'un animal ayant l'immunité pour le nagana peut s'infecter par *Tr. rhodesiense.*

---

(1) G. C. Low, *Journal of trop. med. a. hyg.*, juillet 1910.

Un bélier qui a été inoculé le 31 juillet 1910 avec le virus du nagana est guéri au mois de novembre 1911 et il a acquis l'immunité pour ce virus. Le 2 décembre, le bélier pèse 90^{kg}.

Le 3 décembre 1911, le bélier est inoculé avec le *Tr. rhodesiense;* à cet effet quelques gouttes du sang d'un rat fortement infecté sont diluées dans de l'eau physiologique citratée et inoculées sous la peau, à la base de l'oreille droite.

La température du bélier qui, avant l'inoculation, était de 38°,5 monte le 4 décembre à 39°,5; le 6 à 39°,6; le 8 à 39°,7.

Le 13 décembre, la température monte à 41°; des examens du sang faits les 12 et 13 décembre sont négatifs. Le 12 décembre et les jours suivants, on note de l'œdème à la base de l'oreille droite.

Du 14 au 31 décembre, la fièvre persiste, la température se maintient entre 39°,2 et 40°,9. Comme les examens directs du sang sont toujours négatifs, au point de vue de la présence des trypanosomes, on inocule le 21 décembre deux rats qui reçoivent, dans le péritoine, le premier 1^{cm^3}, le second 2^{cm^3} du sang du bélier; le 24 décembre on trouve des trypanosomes dans le sang des deux rats.

Nous croyons pouvoir conclure que *Tr. rhodesiense* ne peut être identifié ni à *Tr. gambiense*, ni à *Tr. Brucei.*

PLIS CACHETÉS.

M. **Maurice Gandillot** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 26 décembre 1911 et inscrit sous le n° 7842.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme un Mémoire intitulé : *Hélices* (*Complément*).

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

MM. **Lambert**, **Ancel** et **Bouin** demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 27 décembre 1910 et inscrit sous le n° 7709.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante, dont l'Académie, sur la proposition de M. *A. Dastre*, décide la publication :

Sur un nouveau moyen de défense de l'organisme : la skeptophylaxie, par MM. Lambert, Ancel et Bouin.

Les extraits de certains organes, broyés finement au sable, additionnés de dix fois leur poids de solution physiologique de NaCl, centrifugés, et

injectés sans filtration, sont doués d'une grande toxicité. La dose mortelle pour le lapin est, en général, inférieure à un demi-milligramme de la substance en suspension. Il en est ainsi pour le corps jaune, la glande thyroïde, la matière cérébrale, la glande interstitielle du testicule. Une injection intraveineuse, chez le lapin, d'un quart à un demi-centimètre cube des extraits précédents, produit des effets foudroyants.

Si, au lieu de faire cette injection d'un seul coup, on administre deux à trois gouttes seulement, puis, après un intervalle de quelques minutes, le reste de la dose toxique; l'animal ne présente aucun trouble. Bien plus, on peut alors injecter impunément une dose supérieure à la dose toxique et répéter de semblables injections à diverses reprises sans déterminer d'accidents persistants et sans entraîner la mort. Il s'est produit une protection presque instantanée, pour ainsi dire foudroyante (σκηπτος) de l'organisme. Nous proposons de donner à ce phénomène le nom de *skeptophylaxie*.

Le sang d'un lapin qu'on vient de mettre en état de skeptophylaxie est éminemment toxique, lorsqu'on le transfuse à un lapin neuf. Les symptômes que présente le transfusé sont très différents de ceux produits par l'extrait, qui donne, comme on vient de le voir, des effets immédiatement mortels ou des troubles passagers. Ces symptômes se caractérisent par leur longue durée et se terminent souvent par la mort au bout de un ou plusieurs jours. Ils se traduisent au début par des convulsions répétées, sous forme de crises, puis par de la parésie, de la torpeur, de l'abattement, souvent accompagnés de dyspnée et d'émission d'urines sanglantes.

La skeptophylaxie disparaît assez rapidement, lorsqu'elle est ainsi obtenue par injection intraveineuse. De plus, au bout de quelques heures, le sang du transfuseur a perdu tout pouvoir toxique et a acquis une action immunisante.

L'animal en état de skeptophylaxie à la suite de l'injection de l'une des substances que nous avons étudiées, l'est également pour toutes les autres.

La skeptophylaxie peut être produite en utilisant des voies d'absorption différentes de la voie sanguine, par exemple la surface du cerveau.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° G. Koidzumi, *Revisio Aceracearum Japonicarum*.

2° Kaiserliche Akademie der Wissenschaften. *Atlas typischer Spektren*, von J. M. Eder und E. Valenta.

3° *Les prix Nobel en* 1909; *Les prix Nobel en* 1910.

4° *Analyse immédiate du jaune d'œuf ou sur la non-existence des lécithines libres ou combinées*. — *La rétine*, par Nicola Alberto Barbieri.

5° *Expédition antarctique française* (1903-1905) *commandée par le Dr* Jean Charcot. *Hydrographie*, *Physique du globe*, par A. Matha et J.-J. Rey. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

M. **A. Verschaffel**, élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse des remercîments à l'Académie.

MM. **G. Darzens**, **R. Fosse** et **H. Willotte** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur le battage des cartes.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. H. Poincaré.

Soient A_1, A_2, ..., A_k les diverses permutations possibles des cartes d'un jeu; l'opération du battage a pour effet de remplacer chacune de ces permutations par une autre. Nous admettrons que celui qui bat les cartes dispose d'un certain nombre d'opérations dont les probabilités sont assujetties évidemment à la condition d'avoir pour somme l'unité. Dans le cas où ces probabilités sont fixes, M. Poincaré a démontré (*Calcul des Probabilités*, 2e édition, p. 301) que les probabilités des diverses permutations tendent à devenir égales lorsque le temps augmente indéfiniment. Cette conclusion est toutefois assujettie à la restriction que les diverses opérations utilisées ne sont pas telles qu'un certain nombre seulement de permutations soient possibles; en d'autres termes, aucune permutation ne doit être impossible.

Je me propose d'étendre ce résultat au cas où les probabilités des opérations varient avec le temps; la restriction doit alors être modifiée; je lui donne la forme suivante [1] : il existe un nombre N et un nombre ε tels que,

---

[1] Cette condition se confond avec celle de M. Poincaré dans le cas des probabilités fixes.

quelle que soit la permutation réalisée à un instant quelconque, on soit assuré que la probabilité d'une permutation arbitraire au bout de N opérations à partir de cet instant est supérieure à ε. En d'autres termes, la loi de variation avec le temps de la probabilité des opérations n'entraîne pas la conséquence qu'il suffise de supposer réalisée une permutation convenable à une époque convenable pour que la probabilité d'une autre permutation puisse rester inférieure à un nombre arbitrairement petit pendant un temps arbitrairement grand ([1]).

Soit alors $p_{j,n}$ la probabilité de la permutation A_j avant la $n^{\text{ième}}$ opération. On a évidemment

$$p_{j,n+1} = \sum_{h=1}^{h=k} \alpha_{j,h,n} p_{h,n}, \tag{1}$$

en désignant par $\alpha_{j,h,n}$ la probabilité pour que la $n^{\text{ième}}$ opération remplace A_h par A_j; les α sont liés par les relations

$$\sum_{h=1}^{h=k} \alpha_{j,h,n} = 1. \tag{2}$$

Il est d'ailleurs clair que les diverses sommes (2) correspondant à la même valeur de n, mais à des valeurs différentes de j, ne diffèrent que par l'ordre de leurs termes; le cas étudié par M. Poincaré est celui où les α ne dépendent pas de n.

Soient P_n et p_n le plus grand et le plus petit des $p_{j,n}$; les formules (1) et (2) entraînent

$$p_n \leqq p_{n+1}, \qquad P_{n+1} \leqq P_n.$$

([1]) Il est clair qu'une restriction de ce genre est nécessaire. Considérons un jeu de trois cartes et désignons par A l'opération qui consiste à permuter les deux premières et par B l'opération qui consiste à permuter les deux dernières. Soit p_n la probabilité pour qu'au $n^{\text{ième}}$ battage on effectue A et $1 - p_n$ la probabilité pour qu'on effectue B. La probabilité pour que l'on n'effectue jamais A pendant les n premiers battages est évidemment

$$(1 - p_1)(1 - p_2)\ldots(1 - p_n).$$

Si les p_n sont tels que ce produit converge lorsque n augmente indéfiniment et ait pour valeur 0,9, on voit que la somme des probabilités des deux permutations dans lesquelles la première carte est la même qu'à l'origine reste supérieure à 0,9, tandis que la probabilité de chacune des quatre autres permutations reste inférieure à 0,1. Cet exemple montre dans quelle direction on pourrait chercher à modifier la condition restrictive.

Désignons par P et p les limites de P_n et de p_n pour n infini; tout revient à prouver que la différence $P - p = \alpha$ est nulle.

Soit η un nombre arbitrairement petit; nous pouvons choisir n assez grand pour que P_n soit inférieur à $P + \eta$. Dès lors, tous les $p_{j,n}$ sont inférieurs à $P + \eta$; on sait, d'autre part, que l'un d'eux au moins est inférieur ou égal à p. Si l'on effectue à partir de cet état N opérations, on pourra écrire les relations

$$p_{j,n+N} = \sum_{h=1}^{h=k} \beta_{j,h,n} p_{h,n}, \qquad \sum_{h=1}^{h=k} \beta_{j,h,n} = 1,$$

dans lesquelles, d'après nos hypothèses, tous les β sont supérieurs à ε; en particulier, le coefficient du plus petit des $p_{h,n}$ est supérieur à ε; d'autre part, l'un au moins des $p_{j,n+N}$ est supérieur ou égal à P; on a donc

$$P \leqq p_{j,n+N} \leqq (1-\varepsilon)(P+\eta) + \varepsilon p \leqq P + (1-\varepsilon)\eta - \varepsilon\alpha.$$

Le nombre ε étant donné et η pouvant être pris aussi petit qu'on veut, il en résulte nécessairement $\alpha = 0$. Le théorème que nous avions en vue est donc démontré.

Pour étendre les méthodes de ce genre aux problèmes de la mécanique statistique ou de la théorie cinétique des gaz, la principale difficulté est, comme le fait observer M. Poincaré (*op. cit.*, p. 332), l'ignorance où nous sommes de l'influence de l'état actuel [1] du système sur les probabilités respectives des changements qui peuvent s'y produire. A ce point de vue, il peut donc y avoir quelque intérêt à obtenir des résultats indépendants dans une certaine mesure de la variabilité de ces probabilités.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un compteur de vapeur.* Note [2] de M. **H. Parenty**, présentée par M. L. Lecornu.

Je demande à revenir sur la description d'un compteur piézométrique du débit des fluides pesants [3] : eau, gaz et vapeur, que j'ai présentée le

[1] Si l'état actuel est parfaitement connu, il est inutile de parler de l'état antérieur; si l'on considère seulement les *positions* et non les vitesses, il faut dire: l'état actuel et l'état antérieur.

[2] Présentée dans la séance du 26 décembre 1911.

[3] Ce premier compteur figure aux collections du Conservatoire des Arts et Métiers.

5 avril 1886. Malgré les encouragements de l'Académie(¹) et l'addition d'un compensateur de densités décrit dans mon Mémoire inédit du 1er avril 1887, mes efforts n'ont pas été tout d'abord couronnés de succès, parce que d'une part la nécessité d'une solution ne s'imposait pas encore à l'industrie, et que d'autre part on frappait de suspicion mes formules du débit de la vapeur que l'on jugeait alors un phénomène fort complexe et presque mystérieux. Aujourd'hui l'industrie réclame impérieusement le compteur de vapeur, rentré en France sous des noms parfaitement étrangers. J'ai pu aussi justifier mes formules au moyen du compteur de vapeur lui-même, et plus tard les adapter aux expériences de M. Rateau (²). Enfin pour les gaz, M. Boussinesq en a établi ici-même la rationalité (³).

Formule. — Ma représentation par un quadrant d'ellipse, prolongé par sa tangente, se simplifie pratiquement pour le débit de la vapeur à travers les orifices de section mS soumis à une perte de dépression $p_0 - p_1$ inférieure au $\frac{1}{10}$ de la pression amont p_0 (⁴). C'est le débit d'un liquide de densité γ_0 :

$$\Pi = 3600\, m\,\mathrm{S}\sqrt{2g(p_0 - p_1)} \times \sqrt{\gamma_0}.$$

Ce produit de deux facteurs indépendants justifie la lecture d'un *manomètre différentiel* et d'un *manomètre absolu*. Ce principe m'est emprunté par tous les compteurs de vapeur. Le manomètre différentiel à siphon mercuriel, qui me sert à étalonner $p_0 - p_1$, caractérise à lui seul un des plus célèbres de ces compteurs.

Le *rhéomètre*, orifice convergent divergent dont le col fournit la section S, a fait naître les compteurs dits *de Venturi*.

J'ai séparé en un point haut la vapeur vive de la conduite de l'eau condensée du compteur au moyen du niveau constant de *flacons de Mariotte* garnis d'ailettes de refroidissement et reliés à l'appareil par des conduites assez longues, pour permettre de lui donner un emplacement d'honneur.

J'ai suspendu, à deux *pèse-lettres* ou leviers coudés, les deux pistons manométriques d'axes verticaux, savoir : le piston sans garniture de la pression p_0 définissant γ_0, et le piston différentiel $(p_0 - p_1)$ qui, pour plus de sensibilité, possède un joint mercuriel contenu dans une cuvette et dont la méridienne est tracée de façon à donner, à chaque

---

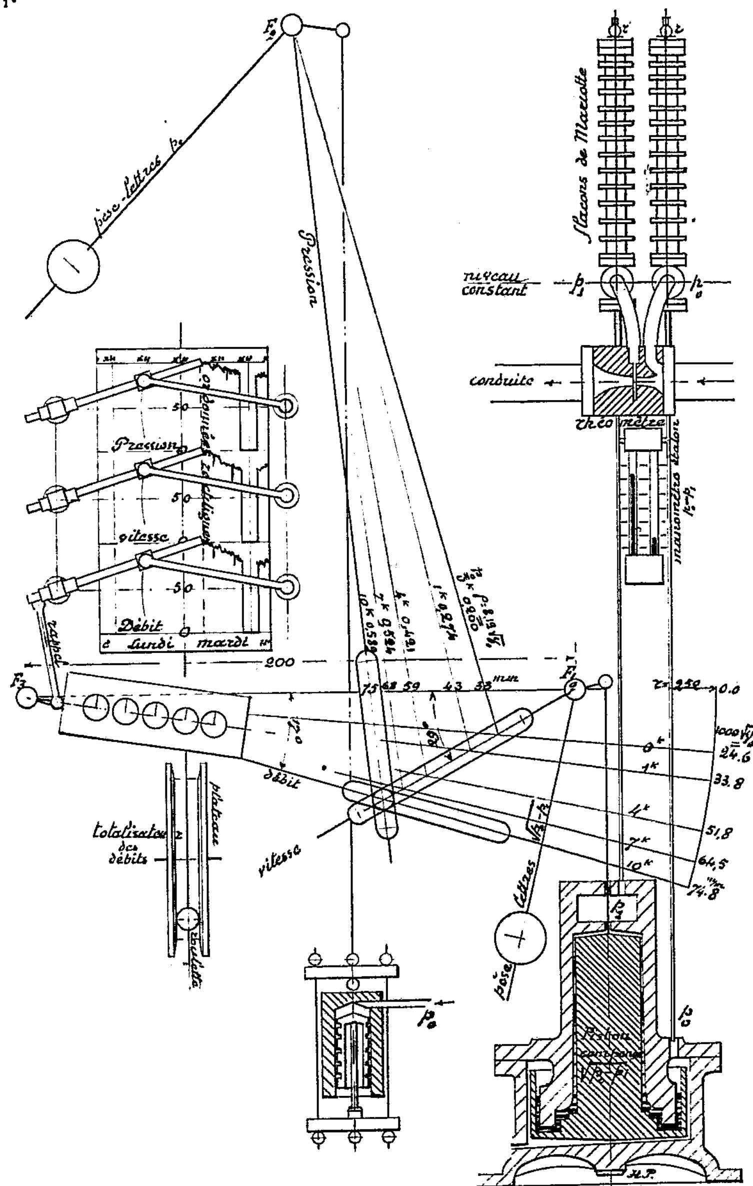
(¹) SARRAU, *Rapport sur le prix de Mécanique* (Montyon) (*Comptes rendus*, t. 123, 11 décembre 1896).

(²) H. PARENTY, *Observations sur les expériences de M. Rateau* (*Annales des Mines*, novembre 1902).

(³) J. BOUSSINESQ, *Rationalité d'une loi expérimentale de M. Parenty*... (*Comptes rendus*, t. 138).

(⁴) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VIII, mai 1896; t. XII, nov. 1897; t. CII et t. CV, p. 286. — *Comptes rendus*, t. 116, p. 867 et 1120.

instant, au levier de suspension, des écarts proportionnels à la vitesse en eau $K\sqrt{p_0 - p_1}$.



Le *compensateur de densités* comporte trois faisceaux dont les vecteurs concourent. L'intersection des deux vecteurs, oscillant avec les leviers des vitesses en eau et des pressions autour de leurs pivots F_1 et F_2, sert de point d'appui au vecteur compensé des débits, pivotant au sommet F_3 et dont les écarts doivent être rendus proportionnels

au produit $\sqrt{p_0 - p_1}\sqrt{\gamma_0}$. Ce vecteur supporte les organes d'enregistrement et de totalisation.

La vue du schéma montre l'incomparable précision de ce calcul par transversales, dont j'ai posé les principes dans mon Mémoire du 1er avril 1887 précité, et qui revient à faire passer une *courbe géométrique* à n coefficients par n points distincts d'une *courbe expérimentale*, et à assurer l'adhérence de ces courbes par cette sorte d'osculation prolongée.

PHYSIQUE. — *Sur le développement d'une fonction en série d'exponentielles; application au transport de force à* 100000 *volts de l'exposition de Turin.* Note de M. **André Léauté**, présentée par M. Émile Picard.

Étant donnée une fonction holomorphe $\pi(z)$, j'ai défini dans une Note antérieure ([1]), dont je conserverai les notations, ce que j'appelle *intervalle limite* correspondant à $\pi(z)$ et j'ai montré qu'une fonction $f(x)$, ayant une dérivée finie et bien déterminée, peut être représentée dans l'intervalle limite (a, b) et à ses extrémités par la série d'exponentielles

$$(\mathrm{S})' \qquad -\sum \frac{\psi(\lambda)}{\lambda\,\pi'(\lambda)}\int_a^b e^{\lambda(x-\mu)} f'(\mu)\,d\mu \qquad [\pi(\lambda)=0],$$

lorsque les deux conditions

$$(1) \qquad f(a)\,\psi(0)+f(b)[\pi(0)-\psi(0)]=0, \qquad \pi(0)\neq 0$$

sont satisfaites.

Pour généraliser ce résultat et développer les fonctions $f(x)$ qui ne vérifient pas la première des conditions ci-dessus, on posera

$$f(x)=f(x)-\mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x}+\mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x},$$

λ_0 étant une racine de $\pi(z)$. S'il est possible de trouver une valeur de H telle qu'on ait

$$(2) \qquad \mathrm{H}\left\{e^{\lambda_0 a}\psi(0)+e^{\lambda_0 b}[\pi(0)-\psi(0)]\right\}=f(a)\,\psi(0)+f(b)[\pi(0)-\psi(0)],$$

le développement

$$\mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x}-\sum \frac{\psi(\lambda)}{\lambda\,\pi'(\lambda)}\int_a^b e^{\lambda(x-\mu)}[f'(\mu)-\mathrm{H}\lambda_0\,e^{\lambda_0 \mu}]\,d\mu$$

([1]) André Léauté, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1064.

représente $f(x)$ dans l'intervalle limite et à ses extrémités; il constitue donc la solution cherchée. Il n'existe pas de valeur de H satisfaisant à la relation (2), si toutes les racines λ de $\pi'(z)$ annulent la quantité

$$e^{\lambda a}\psi(0) + e^{\lambda b}[\pi(0) - \psi(0)],$$

c'est-à-dire lorsqu'on a

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{2k\pi i}{a-b};$$

le développement cherché n'est alors possible que d'une seule façon et, comme on possède déjà une formule de développement[1], il est superflu d'en chercher une autre. Ce cas est donc irréductible.

Le cas de $\pi(0)$ nul $[\pi'(0) \neq 0]$ se traite de même. Au lieu de (S)' on a ici un développement contenant un terme en x, à savoir

$$\frac{\psi(0)}{\pi'(0)}[f(b) - f(a)]x;$$

pour que ce terme disparaisse, il suffit qu'on ait

$$f(b) - f(a) = 0.$$

En posant encore

$$f(x) = f(x) - \mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x} + \mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x},$$

on pourra, sauf dans le cas que nous avons appelé *irréductible*, former une série d'exponentielles représentant $f(x)$ dans tout l'intervalle limite et à ses extrémités.

Ces mêmes résultats peuvent être obtenus en partant de la formule

(S) $$f(x) = -\sum \frac{\psi(\lambda)}{\pi'(\lambda)} \int_a^b e^{\lambda(x-\mu)} f(\mu)\, d\mu,$$

qui est valable dans tout l'intervalle (a, b), sauf à ses extrémités ; on posera

$$f(x) = f(x) - \mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x} - \mathrm{K}\,e^{\lambda_1 x} + \mathrm{H}\,e^{\lambda_0 x} + \mathrm{K}\,e^{\lambda_1 x},$$

λ_0 et λ_1 étant deux racines de $\pi(z)$. On vérifiera aisément qu'on retrouve ainsi le cas exceptionnel signalé plus haut, le seul dans lequel on ne puisse pas former de développement qui soit valable même pour $x = a$ et $x = b$.

En résumé, et sous la réserve de ce cas exceptionnel, on peut, dans l'intervalle limite correspondant à $\pi(z)$, représenter par une série $\Sigma \mathrm{A}e^{\lambda x}$, où λ est racine de $\pi(z)$, toute fonction satisfaisant aux conditions de

(1) Cf. *loc. cit.*

Dirichlet et ne présentant pas de discontinuités aux extrémités de l'intervalle, et cela quelle que soit la fonction holomorphe $\pi(z)$, pourvu qu'on sache former $\psi(z)$. En combinant la développement ainsi obtenu et la série (S)' ou la série (S), on représentera soit une constante, soit même une fonction qui, nulle dans tout l'intervalle limite, prend des valeurs finies à ses extrémités. Ce dernier résultat permet de passer aux fonctions qui offrent des discontinuités aux extrémités de l'intervalle et de traiter, par conséquent, les cas de ruptures d'équilibre; il suppose toutefois [1] $lL \neq 1$ et ne peut pas être obtenu dans tous les cas, si $lL = 1$.

L'étude du transport de force à 100 000 volts qui vient de fonctionner à l'exposition de Turin fournit une occasion d'appliquer les considérations qui précèdent. La ligne, mi-souterraine (câble), mi-aérienne, aboutissait, d'une part, au primaire d'un transformateur abaisseur, d'autre part à des séries de 1000 lampes, branchées en parallèle avec le transformateur; sur le câble, qui est l'organe le plus fragile de l'installation, on a les équations classiques

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -\rho I - 2\lambda \frac{\partial I}{\partial t}, \qquad \frac{\partial I}{\partial x} = -\varpi V - 2\gamma \frac{\partial V}{\partial t},$$

et, pour $x = 0$, suivant qu'on étudie les phénomènes dus à la fermeture ou à l'ouverture du disjoncteur placé en tête de ligne, on a $V = 0$ ou $I = 0$, en désignant par V et I la différence de potentiel et l'intensité qui se superposent aux valeurs de régime; pour $x = d$, on a une autre condition différentielle, linéaire et du second ordre. On est alors conduit à développer en séries d'exponentielles certaines fonctions définies par les conditions initiales; la fonction $\pi(z)$ est ici de la forme

$$m\,e^{z} + n\,e^{-z} + p,$$

m, n et p étant des polynomes en z. Comme p est très petit et négligeable, on peut former $\psi(z)$; mais la relation

$$f(a)\psi(0) + f(b)[\pi(0) - \psi(0)] = 0$$

n'est généralement pas satisfaite. Il faut donc appliquer la méthode ci-dessus; le calcul se fait sans difficulté, nous y reviendrons avec plus de détails dans un autre recueil.

---

(1) l et L ont été définis précédemment, cf. *loc. cit.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les modifications subies par les nitrocelluloses et les poudres qui en dérivent sous l'influence de la chaleur.* Note de M. **R. Fric**, présentée par M. A. Haller.

L'étude du frottement intérieur des solutions dans l'acétone ou autres dissolvants de nitrocelluloses ou de poudres qui en dérivent permet de suivre d'une façon commode les modifications subies par celles-ci sous l'influence de la chaleur.

Les nombres qui suivent donnent les durées d'écoulement en secondes de 25^{cm^3} de solution par un tube capillaire de 2^{mm} de diamètre intérieur et de 20^{cm} de longueur.

1° Coton azotique Poulenc servant à la préparation des collodions pour ultrafiltres.

Solution de 1^g *de coton azotique dans* 30^{cm^3} *d'acétone.*

Les solutions sont essayées après le même temps de trempage, le frottement intérieur diminuant pour une solution donnée avec le temps.

Température 18°,5.

	Durée d'écoulement en secondes.
Dissolvant pur	6
Témoin	69,3
Nitrocellulose ayant été chauffée 4 heures 10 minutes à 80°	67,2
Nitrocellulose ayant été chauffée 7 heures 25 minutes à 80°	57,7

2° Coton azotique préparé à partir de ouate hydrophile (10^g) par trempage de 15 heures dans

Acide sulfurique à 66	400^{cm^3}
Acide nitrique à 46	200^{cm^3}

à la température de 15°. Lavé 9 heures à l'eau courante, séché à l'air, puis sur SO^4H^2. Essayé 4 jours après sa préparation.

Température 11°.

	Durée d'écoulement en secondes.
Dissolvant pur	6
Nitrocellulose ayant été chauffée 4 heures à 80°	167
Nitrocellulose ayant été chauffée 7 heures 15 minutes à 80°	99
Témoin	210

3° Poudre à canon (tir à blanc de l'artillerie de campagne).

Solution de 0g,800 dans 40cm³ d'acétone.

	Durée d'écoulement en secondes.
Témoin	36
Poudre ayant été chauffée 5 heures à 110°	21

4° Poudre de chasse T (Sevran-Livry).

Solution de 1g,200 de poudre dans 40cm d'acétone.

Chauffage de la poudre à 110° dans un tube plongé dans la vapeur de toluène.

Température 11°.

	Durée d'écoulement en secondes.
Témoin I	94,8
Témoin II	93,2
Poudre chauffée 2 heures à 110°	72,3
» 3 »	60,4
» 6 »	52,4
» 9 heures 20 minutes à 110°	34,9
» 12 heures à 110°	33,3

La détermination du frottement interne des solutions de nitrocelluloses ou de poudres permet donc de suivre d'une façon particulièrement commode et précise les modifications que subissent, sous l'influence de la chaleur ou des autres agents actifs, les nitrocelluloses et leurs dérivés. Nous nous proposons de poursuivre ces recherches, en particulier sur des nitrocelluloses de degrés différents de nitration.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur l'hyposulfite de sodium.* Note de M. **Louis Marmier**, présentée par M. E. Roux.

Les rayons ultraviolets provenaient d'une lampe Westinghouse consommant environ 240 watts. La distance entre les solutions et la lampe était de 6cm à 8cm. De 15cm³ à 200cm³ de solutions diversement concentrées d'hyposulfite de sodium furent exposés aux rayons de cette lampe dans des cuvettes photographiques 9 × 12 ou 13 × 18.

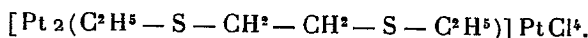
Dans ces conditions, en solutions contenant moins de 6g par litre, l'hyposulfite de sodium donne naissance à de l'hydrosulfite de sodium

après 5 minutes d'exposition; en même temps il se produit un dépôt de soufre. Mais, sous l'influence des rayons ultraviolets, l'hydrosulfite est lui-même détruit et il n'en reste plus de trace sensible quand la durée d'exposition atteint 75 minutes; la liqueur contient alors surtout du sulfite de sodium.

Avec des concentrations supérieures à 6g d'hyposulfite de sodium par litre, il ne nous a pas été possible d'apprécier la formation d'hydrosulfite, quelles qu'aient été les durées d'exposition et les quantités de liquide employées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés complexes du bromure platineux et des sulfures organiques*. Note de M. **Z. Tchougaeff** et Mlle **D. Fraenkel**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a démontré, il y a quelque temps, en commun avec M. Subbotin [1], que les bisulfures organiques de la formule générale $R-S-CH^2-CH^2-S-R$ donnent avec les chloroplatinites solubles (par exemple avec K^2PtCl^4) des sels complexes analogues au sel vert de Magnus par exemple



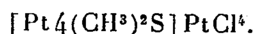
$$[Pt\,2(C^2H^5-S-CH^2-CH^2-S-C^2H^5)]\,PtCl^4.$$

Ces corps sont stables à la température ambiante et se transforment par la chaleur en les monomères correspondants. On a pu également démontrer que l'isomère insoluble dit γ, répondant à la formule empirique



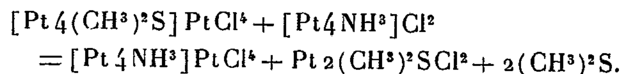
$$Pt\,2(CH^3)^2SCl^2,$$

qui a été décrit autrefois par Blomstrand, est représenté par une formule de constitution tout à fait analogue



$$[Pt\,4(CH^3)^2S]\,PtCl^4.$$

Pour élucider la constitution des corps appartenant à cette série nouvelle de dérivés sulfurés du bichlorure de platine, on les a fait réagir avec le sel de Reiset $[Pt\,4NH^3]\,Cl^2$, cette réaction engendrant le sel vert de Magnus par voie de double décomposition



$$\begin{aligned}&[Pt\,4(CH^3)^2S]\,PtCl^4+[Pt\,4NH^3]\,Cl^2\\&\quad=[Pt\,4NH^3]\,PtCl^4+Pt\,2(CH^3)^2SCl^2+2(CH^3)^2S.\end{aligned}$$

(1) Z. Tchugaeff u. W. Subbotin, *Berl. Ber.*, t. XLIII, 1910, p. 1200.

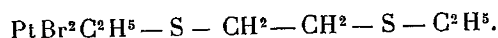
En poursuivant cette étude, nous nous sommes occupés de dérivés correspondants de l'acide bromoplatineux H^2PtBr^4.

Si l'on agite une solution aqueuse du bromoplatinite de potassium K^2PtBr^4 (acidulée au moyen de l'acide bromhydrique), avec la quantité théorique de bisulfure



$$C^2H^5 - S - CH^2 - CH^2 - S - C^2H^5,$$

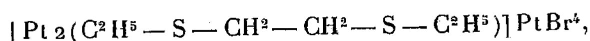
il se forme bientôt un corps grisâtre, micro-cristallin, fusible à 157° et insoluble dans les dissolvants usuels. Son analyse conclut à la formule brute



$$PtBr^2C^2H^5 - S - CH^2 - CH^2 - S - C^2H^5.$$

Chauffé vers 100°, ce corps subit une transposition moléculaire accompagnée de formation d'un nouvel isomère présentant le même point de fusion, mais coloré en jaune clair et soluble, quoique assez difficilement, dans du chloroforme et dans de l'eau chaude.

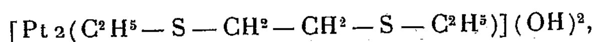
En se servant de la méthode ci-dessus mentionnée, nous avons pu démontrer que le corps grisâtre correspond à la formule



$$[Pt\,2(C^2H^5 - S - CH^2 - CH^2 - S - C^2H^5)]\,PtBr^4,$$

car il réagit avec le bromure de Reiset $[Pt\,4NH^3]Br^2$ avec formation des produits suivants : 1° du sel complexe vert $[Pt\,4NH^3]PtBr^4$, analogue au sel de Magnus; 2° du composé jaune fusible à 157°-158° dont il vient d'être parlé et qui ne réagit plus avec les sels de la base Reiset, et 3° du bisulfure en excès.

D'après ces résultats, le composé grisâtre ne serait donc autre chose que le bromoplatinite de la base complexe

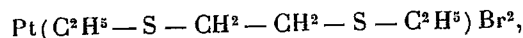


$$[Pt\,2(C^2H^5 - S - CH^2 - CH^2 - S - C^2H^5)](OH)^2,$$

dont les sels sont partiellement dissociés dans les dissolutions aqueuses, tandis que l'isomère jaune correspond à la formule monomère.

Cette conclusion peut être confirmée bien facilement par voie de synthèse.

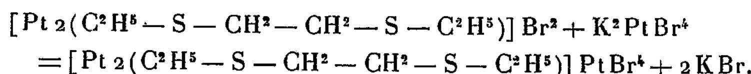
On prépare une solution aqueuse contenant 1^{mol} du bisulfure et 1^{mol} du composé jaune



$$Pt(C^2H^5 - S - CH^2 - CH^2 - S - C^2H^5)Br^2,$$

on filtre et l'on ajoute une solution étendue contenant 1^{mol} du bromoplatinite de potassium. Aussitôt il se sépare un précipité abondant qui, lavé après filtration avec de l'eau, de l'alcool et de l'éther, présente toutes les propriétés du sel grisâtre dimère (analyse, formation du sel Magnus, point de fusion, etc.). La synthèse est donc repré-

sentée par l'équation



$$[\mathrm{Pt}\,2(\mathrm{C^2H^5-S-CH^2-CH^2-S-C^2H^5})]\,\mathrm{Br^2}+\mathrm{K^2PtBr^4}$$
$$=[\mathrm{Pt}\,2(\mathrm{C^2H^5-S-CH^2-CH^2-S-C^2H^5})]\,\mathrm{PtBr^4}+2\,\mathrm{KBr}.$$

En faisant réagir le sulfure de méthyle avec le bromoplatinite de potassium on obtient également un corps grisâtre, insoluble, fusible à 160° et présentant la composition $\mathrm{PtBr^2}, 2\,{\mathrm{CH^3} \atop \mathrm{CH^3}}\!>\!\mathrm{S}$. Ce corps est très instable et subit même, à la température ambiante, une transposition moléculaire complète avec formation d'un corps isomère jaune qu'on peut faire recristalliser au sein du chloroforme ou de l'alcool et qui fond à 160°-161°. Ce corps, dont l'existence a été déjà signalée par Blomstrand, se forme en même temps que le sel de Magnus $(\mathrm{Pt}\,4\,\mathrm{NH^3})\mathrm{PtBr^4}$ si l'on agite le corps grisâtre avec le sel de Reiset $(\mathrm{Pt}\,4\,\mathrm{NH^3})\mathrm{Br^2}$. Ceci démontre bien clairement que la substance grisâtre possède la constitution $\left(\mathrm{Pt}\,4\,{\mathrm{CH^3} \atop \mathrm{CH^3}}\!>\!\mathrm{S}\right)\mathrm{PtBr^4}$ et que l'isomère jaune est le monomère correspondant. Ainsi, les choses se passent ici comme avec les dérivés correspondants des bisulfures ci-dessus mentionnés.

En terminant, nous tenons à remarquer que la stabilité des composés complexes du type de sel Magnus s'abaisse : 1° si l'on passe d'un dérivé du bisulfure à celui d'un monosulfure, et 2° si l'on passe du dérivé de l'acide chloroplatineux à celui de l'acide bromoplatineux. Il en résulte que l'acide iodoplatineux $\mathrm{H^2PtI^4}$ ne donne point de dérivés correspondants (du type de sel Magnus), comme nous nous en sommes assurés par des expériences spéciales.

BOTANIQUE. — *Sur la structure de l'embryon des Zingibéracées et des Marantacées.* Note de M. C.-L. **Gatin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Jusqu'à présent, l'embryon des Zingibéracées et des Marantacées a été étudié principalement par M. Tschirch [1]. Cet auteur considère l'embryon des Zingibéracées comme peu différencié, contenant une plumule et une

(1) Tschirch, *Physiologische Studien über die Samen insbesondere die Sangorgane derselben* (*Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, t. IX, 1891, p. 143-183; 6 pl.)

radicule, laquelle présente souvent plusieurs cônes végétatifs. La radicule est endogène et pourvue d'une coléorhize. Chez les Marantacées, l'embryon présente des caractères semblables, la radicule et la gemmule y sont cependant mieux différenciées que chez les Zingibéracées.

Étendant sur ces deux familles les observations que je poursuis, depuis de nombreuses années, au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sur l'embryon des Monocotylédones ([1]), j'ai pu mettre en évidence, d'une manière plus complète, la structure de l'embryon des Zingibéracées et des Marantacées. C'est le résultat de ce travail que je résume ici.

Chez les Zingibéracées, la plantule présente un axe long et courbe. La gemmule, située au fond d'une cavité reliée à l'extérieur par une fente, ainsi que cela se produit chez les Palmiers, est généralement assez bien développée; elle présente un cône végétatif entouré par la première feuille.

Le cotylédon ou suçoir est parcouru, le plus généralement, par deux faisceaux libéro-ligneux bien différenciés, lesquels se réunissent parfois au sommet de l'embryon en un seul faisceau (chez les *Amomum*).

La radicule est réduite à son cylindre central. On observe plus rarement le début de la différenciation de l'écorce et de la coiffe dans l'embryon mûr (*Hedychium*). C'est ce cylindre central qui constitue l'un des cônes radiculaires signalés par M. Tschirch. Les autres sont les racines latérales, qui sont entièrement constituées. Au moment du développement, la radicule s'organise entièrement et exfolie la coléorhize, souvent très mince, tandis que les racines latérales se font jour par digestion.

Chez les Marantacées la différenciation de l'embryon est d'une manière générale beaucoup plus avancée dans la graine mûre. L'embryon présente d'ailleurs des caractères voisins de ceux de l'embryon des Zingibéracées.

Une espèce, le *Thalia dealbata* L., présente un état de différenciation spécialement avancé. De plus l'embryon de cette plante offre une très intéressante particularité. Son système radiculaire, en effet, se compose d'une radicule et de plusieurs racines latérales.

Or la radicule complètement différenciée a commencé non pas à exfolier, mais à digérer sa coléorhize, de sorte qu'à part sa forme générale cet embryon présente les mêmes caractères qu'un embryon de Graminée.

J'avais eu l'occasion de signaler déjà un cas du même genre chez certains Palmiers ([2]) appartenant aux genres *Pinanga* et *Calamus*, mais, chez ces

---

([1]) C.-L. GATIN, *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 938-940, et *Revue générale de Botanique*, t. 23, n° 266, 1911, p. 49-67.

([2]) C.-L. GATIN, *Recherches anatomiques et chimiques sur la germination des Palmiers* (*Ann. des Sc. nat. : Bot.*, 9e série, t. III, p. 191-315).

plantes, la différenciation est plus tardive, et ce n'est qu'au moment de la germination qu'il est possible d'observer la digestion de la coléorhize.

L'embryon du *Thalia dealbata*, plus que celui des *Pinanga* et des *Calamus*, se rapproche donc de celui des Graminées.

BOTANIQUE. — *Sur quelques procédés anormaux d'affranchissement des greffes ordinaires*. Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Toute greffe ordinaire constitue une association à la fois mutualistique et antagonistique dans laquelle les conjoints ont une tendance plus ou moins prononcée à se séparer dès qu'ils en trouvent les moyens. Le retour de chacun d'eux à la vie autonome constitue l'affranchissement; celui-ci s'effectue en général par l'apparition de racines adventives sur le greffon, et de bourgeons adventifs sur le sujet. Les organes de remplacement se développent le plus souvent à l'extérieur, mais ils apparaissent parfois à l'intérieur des tissus. La manière dont ils se comportent dans ce dernier cas est fort variable suivant les catégories de greffes considérées et pour une même série de greffes. Dans des cas très exceptionnels, l'on observe de curieux phénomènes que peut seule révéler une étude approfondie et toujours délicate de coupes en série bien colorées, faites dans le bourrelet et les régions voisines du sujet et du greffon. J'ai étudié de cette façon diverses greffes de Composées, de Cactées et de Solanées.

Dans une série de greffes d'*Helianthus* sur *H. tuberosus*, effectuées à 25^{cm} du sol environ et maintenues dans des conditions convenables d'humidité, j'avais remarqué la formation, au niveau du bourrelet, de nombreuses racines et de quelques bourgeons adventifs. Les racines présentaient des directions variées et formaient un angle plus ou moins aigu avec la verticale. Sur quelques exemplaires seulement, quelques-unes d'entre elles, par une flexion analogue à celle de l'hydrotropisme, s'étaient courbées vers la fente du sujet et s'étaient ensuite soudées à lui à 1^{cm} au moins de leur origine. L'examen anatomique du bourrelet révéla l'existence de racines nées à son intérieur : les unes s'étaient directement soudées aux tissus cambiaux du sujet, d'autres avaient pénétré dans les espaces béants de la plaie du sujet et s'étaient soudées à lui en pénétrant dans ses tissus sur une étendue variable; enfin, d'autres racines, à peine différenciées, existaient à l'état latent, mélangées à des bourgeons adventifs du sujet qui formaient

avec elles un enchevêtrement compliqué. Quelques-uns de ces bourgeons du sujet pouvaient être suivis, dans un des greffons, à une distance de plus de 1^{cm} du bourrelet.

Cette pénétration de tissus conducteurs et de bourgeons de nouvelle formation rappelait ensemble les phénomènes de croissance par glissement, qu'on observe dans des plantes normales, à la suite d'un brusque déséquilibre de nutrition, consécutif à un récépage, par exemple quand des bourgeons alternes deviennent opposés ou inversement. Qu'un pareil bourgeon, son glissement terminé, ait pu percer l'écorce, on aurait alors trouvé sur le greffon un rameau pur du sujet, comme il m'en fut montré en 1905, par M. Durand d'Écully, dans une vigne française, greffée sur Riparia, et dont le greffon portait, à 10^{cm} environ du bourrelet, une pousse de Riparia pur.

Des greffes d'*Opuntia* sur diverses Cactées à parenchyme aqueux très développé m'ont révélé l'existence d'un autre phénomène. Le greffon avait émis, comme dans les greffes précédentes, des racines adventives internes. Celles-ci avaient pénétré à des distances variables dans le parenchyme aqueux du sujet, pendant que ce parenchyme formait un manchon de liège isolant. Quelques-unes d'entre elles avaient traversé le sujet et, à leur sortie à l'air, s'étaient desséchées par la pointe; d'autres avaient rencontré le sol et commencé l'affranchissement du greffon.

Plusieurs greffes de Solanées m'ont, très exceptionnellement, fourni des résultats analogues. Dans une greffe de Tabac sur Tomate, j'ai trouvé à l'automne des racines simples ou fasciées du greffon, qui pénétraient dans la moelle du sujet, où elles étaient entourées par un manchon de liège isolant. Un *Solanum pubigerum* greffé sur Tabac géant vécut deux ans, bien que le sujet fût annuel. Quand je l'arrachai pour l'étudier, je fus surpris de trouver la large cavité médullaire du Tabac entièrement remplie par les racines adventives du greffon, qui y avaient formé « queue de renard ». Le greffon s'était en partie affranchi, bien qu'il fût resté intimement soudé à son sujet.

Ces faits de pénétration mutuelle du sujet et du greffon permettent de saisir sur le vif la lutte qui s'exerce entre eux et d'expliquer certains cas exceptionnels, en particulier l'apparition d'hybrides de greffe à une certaine distance du bourrelet.

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'envergure et la queue chez les Oiseaux.* Note de MM. **F. Houssay** et **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons récemment ([1]) mis en lumière un rapport entre la surface alaire et les muscles pectoraux chez les Oiseaux. Depuis, nous avons recherché ce que deviendrait la loi en question en substituant à la considération de la surface alaire celle de l'envergure *relative*, c'est-à-dire de l'envergure mesurée en centimètres, les ailes étendues, et divisée par la racine cubique du poids exprimé en grammes.

En construisant à nouveau le graphique reproduit dans une Note antérieure et en y remplaçant, pour chaque espèce, le nombre exprimant sa surface alaire relative par le nombre exprimant son envergure relative, nous aurons une figure qui, vue d'ensemble, paraîtra identique à la précédente. A la ligne ascendante représentant le poids relatif des pectoraux croissants, correspondra une bande descendante représentant l'envergure relative décroissante.

Si, pour préciser davantage, nous menons encore les lignes qui joignent ensemble, sur le tracé figurant l'envergure relative, les points appartenant à des espèces d'un même régime, nous obtenons toujours la série des strates successifs progressivement décalés vers le bas et vers la droite. Mais il se produit parmi eux trois dérangements intéressants.

1° Les Piscivores qui portaient le n° 3, voisin du n° 4 (Corbeaux), sont remontés et se rapprochent du n° 2 (Rapaces diurnes).

2° Les petits Échassiers, qui portaient le n° 7, remontent au-dessus du n° 5 (Insectivores).

3° Les Palmipèdes omnivores ([1]) avec le n° 8, très voisins du n° 9 (Granivores) viennent à égalité avec le n° 6 (Granivores insectivores).

Ces trois groupes sont donc plus remontés par l'envergure que par la

---

([1]) F. Houssay et A. Magnan, *La surface alaire, le poids des muscles pectoraux et le régime alimentaire chez les Oiseaux carinates* (*Comptes rendus*, 6 novembre 1911).

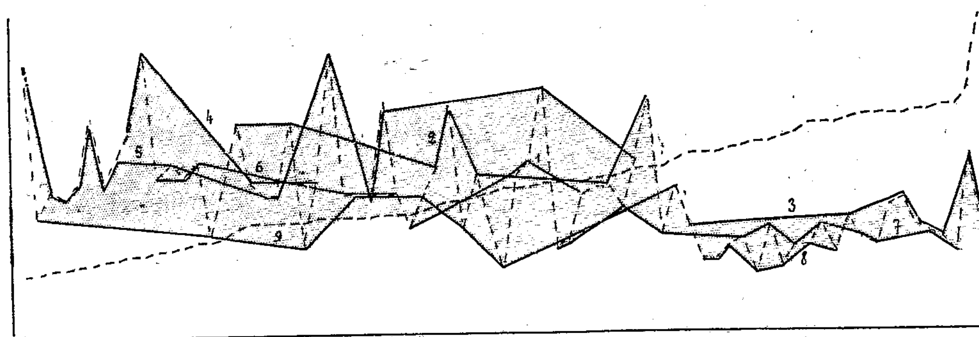
([1]) Nous les avons désignés par inadvertance, dans notre Note précédente, comme Palmipèdes herbivores. Bien qu'effectivement ils mangent beaucoup de végétaux, bulbes, racines, feuilles, leur régime n'est point exclusif et la désignation d'omnivores convient mieux.

surface alaire. Qu'est-ce à dire si ce n'est que, parmi tous les Oiseaux, ils se distinguent par une aile très longue et peu large et cela quelle que soit leur sorte de vol, plané ou ramé? Malgré qu'elles soient classées différemment et plus abondantes, ces données ne sont pas en désaccord avec celles de MM. Richet (²).

Les Oiseaux dont il s'agit, formes aquatiques ou riveraines, constituent donc, *en différentes régions de la série complète*, trois sections ayant un caractère morphologique commun. A quelles conditions physiologiques ou aérodynamiques répond-il? C'est ce que nous chercherons ultérieurement; la question est posée.

On peut voir déjà que le caractère morphologique de l'aile appelle un caractère correspondant de la queue. Effectuons un rangement de nos 75 espèces d'Oiseaux d'après l'acuité croissante de l'aile. Le nombre exprimant cette qualité que nous pouvons extraire de nos mesures sera le rapport de l'envergure absolue à la largeur absolue maxima de l'aile.

Si nous prenons sur un axe horizontal autant de points équidistants que nous avons d'espèces et si, sur autant d'ordonnées, nous portons deux longueurs, l'une égale au rapport d'acuité, l'autre égale à la longueur relative de la queue, nous obtenons le graphique ci-contre. A la courbe d'acuité



régulièrement croissante par construction répond une courbe de longueur caudale extraordinairement oscillante dont on ne peut tirer aucun enseignement précis, même en joignant ensemble les points figurant des espèces de même régime.

Toutefois, la conclusion suivante apparaît. A droite du graphique, où se

(²) C. Richet et C. Richet, *Observations relatives au vol des oiseaux* (*Arch. di Fisiologia*, t. VII, 1909, p. 314).

trouvent situés et situés seuls nos trois groupes d'Oiseaux aquatiques, *l'acuité de l'aile étant très grande, la queue se trouve extrêmement courte.*

Tous les autres Oiseaux, formant le groupe de gauche, s'opposent ensemble aux précédents par une aile moins aiguë et une queue plus longue sans qu'on puisse détailler davantage avant une nouvelle analyse.

ZOOLOGIE. — *Un Hyménoptère parasite de la teigne des ruches.* Note [1] de M. **A. Conte**, présentée par M. Edmond Perrier.

La fausse teigne *Galleria cereana* Lin. est un Lépidoptère qui, à l'état larvaire, cause des ravages non seulement dans les ruches mais surtout dans les cadres de cire mis en réserve en attendant la période de la miellée.

Deux Hyménoptères ont été signalés comme parasites de cette teigne : un Chalcidide, *Eupelmus cereanus*, signalé en Italie par Rondani, et un Braconide, *Bracon brevicornis* Wesm., signalé par Marshall.

J'ai observé cet été, aux environs de Lyon, un troisième parasite très abondant et dont l'importance peut être d'autant plus grande qu'il s'agit d'une espèce très répandue sur d'autres larves de Lépidoptères, l'*Apanteles Lateradis* Halid., signalé en Angleterre et en Allemagne sur *Eupithecia assimilata* Guen., *Symoothis oxyacanthella* L., *Hyponomentapadella* L., *Elachista tœniatella* Staint.

Ayant abandonné dans mon laboratoire un cadre envahi par la fausse teigne dont je désirais obtenir des papillons, j'assistai à l'éclosion d'un grand nombre de petits Hyménoptères. Disposant de beaucoup de larves de teignes j'ai pu suivre toute l'évolution du parasite.

Les larves de teignes sont attaquées de très bonne heure ; toutes celles que j'ai dilacérées étaient parasitées ; la plupart contenaient un seul parasite. Je n'ai observé qu'une fois deux larves d'*Apanteles* dans une chenille ; ceci est d'ailleurs conforme aux mœurs décrites pour cet Insecte chez les autres Lépidoptères qu'il parasite.

Les chenilles parasitées n'acquièrent jamais un grand développement ; les plus longues ont 15^{mm}.

Les larves des teignes vivant à l'intérieur de la cire dont une couche très mince les sépare de l'extérieur, la famille d'*Apanteles* doit perforer la cire pour pondre dans le corps de la teigne, elle est pourvue en effet d'une longue tarière.

La larve d'*Apanteles* vit dans la cavité générale de son hôte ; les plus jeunes que

(1) Présentée à la séance du 26 décembre 1911.

j'ai pu observer diffèrent sensiblement des plus âgées : elles ont la tête bien différenciée avec une paire de petits mamelons antennaires, l'extrémité postérieure du corps se termine en une pointe conique.

En grandissant cette larve se modifie beaucoup : la tête devient indistincte, les mamelons antennaires disparaissent, l'extrémité postérieure se dilate en deux vésicules anales. Le tube digestif devient plus distinct et, de part et d'autre, se développent deux longues glandes séricigènes.

La larve d'*Apanteles* sort du corps de la chenille en perforant les téguments en un point. Cette larve ainsi libérée rampe à la surface du gateau de cire et ne tarde pas à filer son cocon. La chenille perforée meurt.

Le cocon d'*Apanteles* est ovoïde, long de 4^{mm}, d'un blanc éclatant se détachant sur le fond jaune noirâtre du gâteau.

La nymphose est de courte durée, une douzaine de jours au maximum. L'Insecte adulte sort du cocon en découpant à un pôle une petite calotte circulaire. Sa taille ne dépasse pas 4^{mm}.

Corps noir. Antennes de 18 articles, palpes testacés. Ailes hyalines à stigma brun noir. Hanches postérieures noires, luisantes ; cuisses postérieures noires, sommets des tibias noirs ; éperons des tarses intermédiaires légèrement arqués : Premier segment abdominal deux fois et demi plus long que large, deuxième segment aussi grand que le troisième ; tarière plus longue que la moitié de l'abdomen.

Sous sa forme adulte cet Insecte peut vivre longtemps ; j'en ai conservés vivants sur des débris de rayons pendant 2 mois. Il est lucifuge, se tenant caché sous les anfractuosités ; très agile, lorsqu'on l'oblige à s'envoler, il revient souvent au gâteau de cire d'où il est parti.

J'ai introduit cet *Apanteles* dans mon rucher et dans un rucher voisin. Tous les Insectes adultes que j'ai lâchés à proximité de mes ruches y sont entrés sans aucune difficulté, les abeilles n'ont prêté aucune attention à ces intrus quoique ce fût à une période où la miellée était nulle.

Étant donné que l'*Apanteles lateralis* est une espèce assez répandue, il y a tout lieu de considérer son acclimatation à la Fausse Teigne comme une acquisition de valeur qu'il faudra faciliter toutes les fois que l'on constatera sur les cadres les petits cocons blancs signalant aux apiculteurs leur nouvel auxiliaire.

PARASITOLOGIE. — *Quelques observations sur l'Hypoderme du bœuf au point de vue de l'élevage du bétail.* Note de MM. **Henri des Gayets** et **Clément Vaney**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans quelques métairies du Forez, nous avons relevé l'âge exact des Bovidés attaqués par les larves d'Hypoderme et nous avons essayé d'établir quelques-uns des préjudices causés par ces varrons à l'élevage du bétail.

Au point de vue de l'âge, nos statistiques montrent que les bêtes varronnées ont surtout d'un à deux ans; exceptionnellement, des bêtes âgées présentent des larves d'Hypoderme.

D'après nos connaissances sur la biologie de l'Hypoderme, dans la région lyonnaise, la ponte de la mouche ne s'effectue que de mi-juillet vers fin août, de telle sorte que les bêtes mises au pâturage de septembre à octobre n'ont aucune chance d'infection et *ne présentent, en effet, aucun varron*. En déduisant de nos statistiques les veaux mis tardivement au pâturage et ceux nés en hiver, nous arrivons, pour le Forez, aux pourcentages suivants des bêtes varronnées :

Bovidés de 3 à 10 ans, environ 4 pour 100;

Bovidés de 1 à 2 ans, 52 pour 100.

Ainsi, dans cette région, plus de la moitié des bêtes de 1 à 2 ans ont été varronnées dans une année où les conditions climatériques ont été défavorables pour la dissémination de l'Hypoderme. A peine $\frac{1}{20}$ des bêtes plus âgées étaient infestées. Dans d'autres régions de la France, nous avons eu l'occasion de voir quelques bœufs et vaches de 7 à 8 ans, qui présentaient des varrons, mais ce sont toujours des cas exceptionnels.

En général, ce sont les Bovidés jeunes, âgés de 1 à 2 ans, qui présentent des varrons et souvent en très grand nombre. Ces bêtes attaquées sont en pleine période de croissance. C'est une telle constatation, faussement interprétée, qui a fait admettre par certains éleveurs que la présence de varrons est un indice de santé et de facilité à l'engraissement.

Dans deux contrées voisines, les proportions de bêtes varronnées présentent parfois de grandes variations, qui sont dues à des différences dans les conditions d'élevage pendant l'été. Dans le Charolais, les bêtes séjournent continuellement aux pâturages et sont fortement infestées par les larves d'Hypoderme ; tandis que, dans certaines régions du Limousin et du Bugey, les Bovidés sont peu varronnés parce qu'ils vivent en stabulation ou qu'ils sont retirés des pâturages, de 10^{h} du matin à 4^{h} de l'après-midi, c'est-à-dire au moment des maxima des températures journalières et lorsque les mouches d'Hypoderme effectuent leur ponte. Les reproducteurs séjournant continuellement à l'étable ne présentent pas de varrons.

Les recherches comparées que nous avions instituées cette année sur des Bovidés varronnés, non varronnés et dévarronnés, afin d'évaluer par des pesées les dommages causés à l'élevage, n'ont pas été très concluantes. Nos résultats ont été faussés par les variations individuelles et par les perturbations dans l'alimentation du bétail causées par la grande sécheresse de cet

été. Les seules observations précises doivent être basées sur l'examen individuel des animaux.

Nous avions remarqué qu'un bouvillon, né en juin 1910, mis en pâturage dès le mois de juillet de la même année, n'avait pas profité pendant tout l'hiver 1910-1911. Le 19 avril 1911, cette bête présenta de nombreux varrons, dont une dizaine furent expulsés par un temps de pluie. Fin avril, ce jeune bœuf possédait encore 24 larves d'Hypoderme. Le mauvais état de santé de cette bête pendant l'hiver ne put être rapporté qu'à cette grande abondance de varrons. Ce bouvillon s'est développé à partir de juin et surtout immédiatement après l'expulsion de toutes les larves d'Hypoderme.

La grande abondance de larves d'Hypoderme peut donc provoquer des troubles dans la nutrition de leur hôte, et ceci n'a rien d'étonnant quand on observe dans quel état de tuméfaction se trouve un œsophage renfermant une vingtaine de jeunes stades larvaires. H.-J. de Vries (1910) a même observé un cas de sténose de l'œsophage dû à ces larves et qui ne permettait plus le passage des aliments.

La larve sédentaire sous-cutanée peut, elle aussi, provoquer des troubles chez son hôte. Comme nous avons pu le vérifier sur un certain nombre d'animaux, ce n'est qu'après la sortie des varrons que les Bovidés commencent à engraisser normalement. Ce fait explique pourquoi certains *emboucheurs* du Charolais recherchent pour l'engraissement les animaux non varronnés.

Dans le cas des varrons d'hiver, chaque momie larvaire constitue un véritable centre d'inflammation, qui peut se maintenir quelquefois pendant plusieurs mois.

L'élarvement est par suite nécessaire, mais il doit se faire avec quelques précautions, car nous avons constaté que parfois l'apparition des varrons sous la peau se produit en plusieurs poussées successives.

Quelquefois, en effectuant par forte compression un élarvement prématuré, on expulse les varrons superficiels, mais on écrase aussi des larves situées encore en profondeur. Chacune de ces larves mortes va constituer alors un foyer purulent qui ne se résorbe que lentement.

Nous avons fait cette remarque sur un jeune bouvillon, né en mars 1910 et mis au pâturage deux mois après. Au printemps 1911, ce jeune bœuf présentait une douzaine de varrons. A la suite d'un premier dévarronnage effectué le 21 mai 1911, nous avons constaté l'apparition d'une tumeur située du côté gauche, vers la région lombaire. Malgré des lavages journaliers au lysol, cette tumeur a suppuré pendant trois semaines et n'a complètement disparu que vers la fin juin. A cette époque, les derniers varrons ont été enlevés. Le 17 juillet, ce bouvillon présentait deux tumeurs charbonneuses du côté gauche : l'une à la face interne de la cuisse et l'autre en arrière de l'épaule. Il

succombait le lendemain. Ce fut le seul cas de charbon symptomatique que nous eûmes à constater dans cette métairie.

Cette apparition de tumeurs charbonneuses suivant peu après l'expulsion des larves d'Hypoderme, nous amène à rechercher s'il est possible que les perforations faites par les varrons permettent la pénétration sous la peau des germes de charbon bactérien.

Arloing, Cornevin et Thomas, après leurs belles recherches sur le charbon symptomatique, admettent que, dans certains cas d'infection naturelle, les microbes spécifiques peuvent être portés directement dans le tissu conjonctif à la suite d'une plaie, d'une piqûre de la peau. Or, la sortie des larves d'Hypoderme peut créer une plaie qui met directement en contact avec l'extérieur le tissu sous-cutané. L'examen des statistiques vient fortifier cette opinion, car les bêtes atteintes du charbon bactérien sont surtout âgées de 1 à 2 ans et, par suite, comprennent les Bovidés les plus susceptibles d'être varronnés; de plus, les cas les plus nombreux du charbon bactérien s'observent de juin à août, c'est-à-dire à l'époque où sortent les larves d'Hypoderme.

L'hypothèse d'un tel mode d'infection paraît vraisemblable pour certains cas de charbon symptomatique; mais il est nécessaire de la soumettre au contrôle de l'expérience et de statistiques bien exactes.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats de mesures photo-électriques faites à Antibes pendant l'année* 1911. Note de M. G. **Raymond**, présentée par M. L. Teisserenc de Bort.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un résumé d'observations poursuivies pendant une année sur l'action photo-électrique de la radiation solaire (effet Hertz) à l'aide d'un récepteur très simple, très sensible et susceptible de donner des indications comparables, sans que puissent intervenir des modifications du poli de la surface exposée, comme c'est le cas quand on emploie une plaque métallique.

Ce récepteur est constitué par un amalgame de zinc [1] dont la sensibilité peut être réglée par la proportion de ce dernier métal. Nous avons employé le plus souvent un amalgame à 1,5 pour 100, sauf pendant l'été où, pour conserver la même précision sans modifier ni le procédé d'observation ni la capacité de l'appareil, nous avons substitué un amalgame moins riche et de sensibilité moitié moindre.

Il suffit de passer une lame de couteau sur la surface de l'amalgame 8 à 10 secondes

[1] Nous avons aussi employé d'autres amalgames, en particulier ceux d'étain. Nous reviendrons ultérieurement sur les résultats ainsi obtenus.

avant chaque observation, pour renouveler cette surface et l'avoir toujours dans le même état de sensibilité initiale.

Pour mieux assurer encore cette condition essentielle, il est bon de changer l'amalgame tous les quinze jours environ. On évite ainsi l'effet d'une modification qui semble se produire, assez brusquement d'ailleurs, dans la constitution physique du produit, quand il est resté trop longtemps en service.

Pour faire une observation, une petite capsule de fer remplie de l'amalgame est disposée sur le plateau d'un électroscope ordinaire à feuille métallique. Après avoir chargé négativement l'instrument, on note en secondes le temps nécessaire pour que, par l'effet de la déperdition, l'écart de la feuille varie d'une quantité, toujours la même, de 20° à 10° par exemple.

Nous avons ainsi observé à Antibes, pendant toute l'année 1911, en notant chaque jour, à midi, l'indication de notre appareil.

Au lieu de placer le récepteur normalement à la direction du Soleil dans chaque observation, nous avons préféré, afin d'éviter toute déformation de la surface de l'amalgame résultant de l'inclinaison, conserver cette surface horizontale et faire ultérieurement les réductions nécessitées par la hauteur variable du Soleil. La durée très courte de ces observations (quelques secondes) rend d'ailleurs inutile toute correction relative à la déperdition normale de l'air.

Dans le Tableau suivant, nous donnons, pour chaque mois, en secondes, les durées de la déperdition d'une charge négative déterminée et toujours la même. La première colonne renferme les nombres directement observés; la seconde, les nombres corrigés de l'inclinaison des rayons solaires. Dans une troisième colonne, nous avons indiqué les moyennes de la nébulosité, estimée de 0 à 10 au moment de l'observation.

	Durée de la décharge en secondes.		
Mois.	Observations directes.	Observations corrigées de l'inclinaison des rayons solaires.	Nébulosité.
Janvier 1911	22,4	9,8	2,9
Février	14,6	7,9	3,9
Mars	7,6	5,4	3,6
Avril	4,6	3,3	3,3
Mai	4,1	3,7	5,7
Juin	3,9	2,8	2,9
Juillet	2,3	2,1	1,6
Août	2,8	2,5	1,6
Septembre	3,8	3,0	1,6
Octobre	6,5	4,1	5,0
Novembre	8,6	4,0	5,0
Décembre	14,2	5,7	5,2

La variation est régulière dans son ensemble et fonction de la hauteur du Soleil, avec un retard qui place le minimum de l'action photo-électrique en janvier et le maximum en juillet.

Ce résultat doit être complété par une remarque qui résulte de l'examen du détail des observations, à savoir que, généralement, la transparence apparente de l'atmosphère ne permet pas de préjuger de la quantité de radiations actives, celles-ci étant d'ailleurs, comme on le sait, constituées, pour la plus grande partie, par des radiations ultraviolettes. C'est ainsi que nous avons constaté souvent, par des ciels de transparence très grande, fréquents dans cette partie du littoral méditerranéen, des déperditions beaucoup moins rapides que pour un ciel nébuleux.

A ce sujet, nous croyons intéressant de rapprocher, dans le Tableau ci-après, quelques-uns de nos résultats des mesures actinométriques faites aux mêmes dates, dans la région d'Antibes, à Cannes, par M. le Dr Dupaigne. Bien que les observations n'aient pas été faites rigoureusement au même lieu, leur comparaison paraît instructive par les différences qu'elles manifestent entre les variations du degré actinométrique et de l'action photo-électrique :

Mois et dates.	Durée de la décharge en secondes.	Degré actinométrique en calories.
23 avril..........	3,5	1,43
24 »	4,5	1,40
25 »	2,5	1,40
26 »	3,5	1,35
27 »	3,0	0,80
28 »	2,5	1,60

Nous continuons les observations en les complétant par des mesures faites pour la même hauteur du Soleil en diverses saisons et d'autres recueillies aux différentes heures.

La séance est levée à 4 heures un quart.

PH. V. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 janvier 1912.

Expédition antarctique française (1903-1905) *commandée par le Dr Charcot. Hydrographie, Physique du globe*, par A. Matha et J.-J. Rey. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Alfred Grandidier.)

Les prix Nobel en 1909. — *Les prix Nobel en* 1910. Stockholm, Imprimerie royale, P.-A. Norstedt et fils, 1910-1911; 2 vol. in-8°.

Résultats des observations météorologiques faites à l'Observatoire central d'Indo-Chine. Le climat du Delta du Tonkin, par G. Le Cadet. (Extr. du *Bulletin économique de l'Indo-Chine*, n° 92, septembre-octobre 1911.) Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1911; 1 fasc. in-4°.

Revisio Aceracearum japonicarum, par G. Koidzumi. (*Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo;* t. XXXII, art. 1, 2 août 1911.) Tokyo, 1 vol. in-8°.

Analyse immédiate du jaune d'œuf ou *Sur la non-existence des lécithines libres ou combinées.* — *La rétine*, par Nicola-Alberto Barbieri. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-8°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften. *Atlas typischer Spektren*, von J.-M. Eder und E. Valenta; 53 Tafeln mit erläuterndem Text. Vienne, 1911; 1 vol. de texte et étui contenant les planches, in-f°.

Photographic determinations of stellar parallax made with the Yerkes refractor, by Frank Schlesinger. (Extr. de *The astronomical Journal*, t. XXXII, n° 5, 1910; t. XXXIII, nos 1-5; t. XXXIV, n° 1, 1911.) [Washington]; 1 vol. in-8°.

The mechanism of the solar system. Earthquakes and their causes, by John-S. Davies. Liverpool, C. Tinling, s. d.; 1 fasc. in-8°.

A subterranean tide in the Karroo, by Andrew Young. (Extr. de *The British and South African Associations' Report;* t. II.) Londres, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Première démonstration générale du théorème de Pythagore-Fermat, par M. Garnitzeano-Luca. Bucarest, Démètre-C. Jonesco, 1911; 1 fasc. in-8°.

Anuario del observatorio astronómico nacional de Tacubaya, para el ano de 1912, formado bajo la dirección de Valentin Gama; año XXXII. México, 1911; 1 vol. in-12.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
de l'Académie des Sciences
Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.
In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.
Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.
Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément.................................. 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros):
Paris.................................... 30 fr.
Départements............................. 40 fr.
Union postale............................ 44 fr.
L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.
Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.
4 volumes in-4 (28-23), savoir:

Tables des Tomes **1 à 31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32 à 61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62 à 91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92 à 121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900..................................... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
In-4; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.................................. 15 fr.
Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.
Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.
Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.......................... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).
2e série. In-4; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881........................ 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet*. — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard*. — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS
Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie: *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.
— IIe Partie: *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.................................. 12 fr. 50 c.
Tome II. — Ire Partie: *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie: *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.
Tome III. — Ire Partie: *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie: *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885...................... 25 fr.
— IIIe Partie: *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882........................ 12 fr. 50 c.
Annexe: *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.................................. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN
(1882-1883).

Tome I: **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888................................ 25 fr.
Tome II: *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).
Tome III: *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).
Tome IV: **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.
Tome V: **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.
Tome VI: **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.
Ire Partie: In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.
Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.
IIe Partie: In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).
Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.
IIIe Partie: In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.
Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII: **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.
La collection des sept Tomes en neuf volumes . . . . . 275 fr.

N° 1

TABLE DES ARTICLES (Séance du 2 Janvier 1912).

ÉTAT ACTUEL DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PLIS CACHETÉS.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 2 (8 Janvier 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1912.

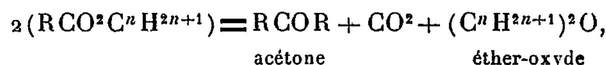
PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition catalytique des éthers formiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

Dans une Communication antérieure (1), nous avons indiqué que les éthers-sels fournis par les alcools primaires forméniques avec les acides forméniques, autres que l'*acide formique*, sont aisément dédoublés au-dessous de 400°, au contact de divers oxydes catalyseurs, tels que l'oxyde de thorium. La réaction qui domine le dédoublement est



$$2(RCO^2C^nH^{2n+1}) = \underset{\text{acétone}}{RCOR} + CO^2 + \underset{\text{éther-oxyde}}{(C^nH^{2n+1})^2O},$$

l'éther-oxyde ne subsistant que dans le cas des éthers méthyliques ; dans tous les autres cas, se dédoublant en carbure éthylénique et eau. Cette eau peut d'ailleurs agir de suite sur une portion de l'éther-sel pour le saponifier en formant l'alcool et l'acide, qui, suivant leurs conditions de stabilité relative, peuvent subsister ou subir à leur tour l'action dédoublante spéciale des catalyseurs.

Il était intéressant de savoir si la réaction serait de même nature pour les éthers formiques, issus d'un acide qui est déjà, aux températures inférieures à 300°, décomposé rapidement par les catalyseurs, métaux ou oxydes, comme nous l'avons fait connaître dans une Note précédente (2), cette

---

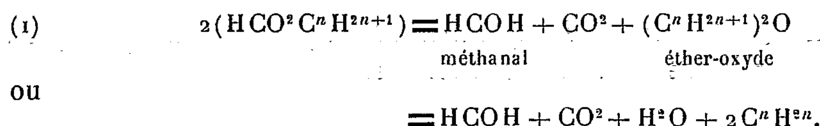
(1) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 669.

(2) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Ibid.*, p. 1212.

destruction ayant d'ailleurs lieu surtout dans deux directions différentes, soit en $CO + H^2O$ (oxyde titanique, etc.), soit en $CO^2 + H^2$ (métaux divisés, oxyde de zinc, etc.), quelques oxydes procurant à la fois les deux modes (oxydes de thorium, manganeux, etc.).

En l'absence de catalyseurs, les éthers formiques des alcools primaires présentent une stabilité assez grande : ainsi, quand on dirige dans un tube de verre vide maintenu à 400° les vapeurs de formiate d'éthyle, on n'observe aucun dédoublement appréciable. La destruction est au contraire très rapide en présence des divers catalyseurs de l'acide formique, et elle commence à se produire à des températures moins élevées que pour les éthers des autres acides forméniques, mais plus hautes que pour l'acide formique libre.

La réaction rappelée plus haut pour le dédoublement des éthers-sels devient ceci



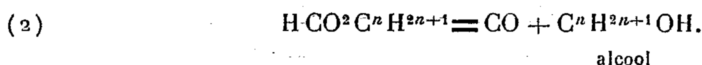
(1) $$2(HCO^2C^nH^{2n+1}) = \underset{\text{méthanal}}{HCOH} + CO^2 + \underset{\text{éther-oxyde}}{(C^nH^{2n+1})^2O}$$

ou

$$= HCOH + CO^2 + H^2O + 2C^nH^{2n}.$$

Elle a lieu effectivement dans une certaine mesure, le méthanal produit étant plus ou moins dédoublé en $CO + H^2$.

Mais, quel que soit le catalyseur, la réaction dominante est ici nettement dans tous les cas



(2) $$HCO^2C^nH^{2n+1} = CO + \underset{\text{alcool}}{C^nH^{2n+1}OH}.$$

Cette réaction, qui n'avait pas d'analogue pour les éthers des autres acides forméniques, est due sans doute à la mobilité spéciale de l'atome d'hydrogène qui permet le retour à l'alcool, par un simple dégagement d'oxyde de carbone.

Une portion de l'alcool ainsi engendré est catalysé à la température de la réaction soit en carbure éthylénique et eau (cas de l'oxyde de thorium), soit en aldéhyde et hydrogène (cas des métaux, de l'oxyde manganeux), soit des deux manières à la fois.

L'eau mise en liberté soit par la réaction (1), soit par le dédoublement de l'alcool naissant issu de la réaction (2), tend à saponifier immédiatement une partie de l'éther en alcool et en *acide formique* libre, qui est alors détruit par le catalyseur selon un mode déjà décrit.

La réation (2) prédomine d'autant plus qu'elle est plus rapide, par rapport à la réaction (1) et aux réactions secondaires consécutives.

Oxyde titanique. — Au contact d'oxyde titanique au-dessus de 250°, la réaction (2) est à peu près exclusive. Avec le *formiate de méthyle*, on obtient de l'alcool méthylique ainsi que de l'oxyde de méthyle issu de sa déshydratation partielle : le gaz recueilli sur l'eau est de l'oxyde de carbone, sensiblement pur, sans anhydride carbonique, parce que la destruction de l'acide formique qui a pu être libéré fournit ici seulement de l'oyde de carbone et de l'eau.

Le *formiate d'isoamyle* fournit de même un dégagement d'oxyde de carbone pur et le liquide condensé est formé d'alcool isoamylique contenant un peu d'amylène et des traces d'aldéhyde isoamylique.

Oxyde de zinc. — Contrairement à l'oxyde titanique qui catalyse l'acide formique en oxyde de carbone et eau, l'oxyde de zinc le dédouble en anhydride carbonique et hydrogène.

Néanmoins c'est encore la réaction (2) qui se produit à peu près seule dans tous les cas. A 270°, le *formiate de méthyle* donne seulement de l'oxyde de carbone et de l'alcool méthylique, qui est très faiblement catalysé par l'oxyde de zinc.

Le *formiate d'éthyle* fournit à 250° de l'alcool méthylique, plus fragile, dont le quart environ est détruit en éthylène et eau; l'acide formique qui provient de l'action saponifiante de cette dernière se scinde sur l'oxyde de zinc en hydrogène et anhydride carbonique. Aussi le gaz recueilli contient avec 60 pour 100 d'oxyde de carbone, 40 pour 100 d'un mélange à volumes sensiblement égaux d'anhydride carbonique, d'éthylène et d'hydrogène. Des traces d'éthanal proviennent de la déshydrogénation d'une faible dose d'alcool.

On observe une réaction tout à fait analogue avec les *formiates de propyle* et *d'isoamyle*.

Oxyde de thorium. — L'oxyde de thorium est pour l'acide formique un catalyseur mixte; il en est de même dans le cas des éthers formiques, où il fournit à la fois les réactions (1) et (2), avec, néanmoins, prédominance de cette dernière.

Le *formiate de méthyle* fournit à 300° du méthanal et de l'alcool méthylique, à côté d'oxyde de méthyle. Le gaz recueilli sur l'eau est formé par de

l'oxyde de carbone contenant environ 10 pour 100 d'anhydride carbonique et une faible dose d'hydrogène.

Le *formiate d'éthyle* ne subit à 290° qu'une décomposition lente : il y a production de méthanal, d'alcool et d'oxyde d'éthyle. Le gaz recueilli est de l'oxyde de carbone, renfermant 25 pour 100 d'anhydride carbonique, et environ 3 pour 100 d'éthylène.

Aux températures plus hautes, l'oxyde d'éthyle disparaît et est remplacé par de l'éthylène : l'importance de la réaction (2) s'accroît. Ainsi à 300°, on recueille de l'alcool contenant une certaine dose de méthanal; le gaz dégagé est de l'oxyde de carbone renfermant 16 pour 100 d'éthylène avec une proportion peu différente d'anhydride carbonique.

Le *formiate d'amyle* subit un dédoublement de même genre.

Métaux catalyseurs. — Les métaux divisés, platine, nickel, cuivre, catalysent rapidement l'acide formique en anhydride carbonique et hydrogène. Leur action s'exerce facilement sur les éthers formiques, au-dessus de 220° pour le nickel, de 270° pour le platine, de 350° pour le cuivre. La réaction (1) a lieu faiblement et procure une certaine dose de méthanal, d'anhydride carbonique, et de carbure éthylénique ou d'oxyde. Mais la réaction (2) prédomine et fournit, à côté d'oxyde de carbone dégagé, l'alcool, sur lequel le métal divisé agit rapidement pour le déshydrogéner en aldéhyde. Celle-ci survit assez bien dans le cas du cuivre ou du nickel à température basse, mais est en majeure partie dédoublée avec le platine ou avec le nickel à température élevée, selon un mécanisme qui a été étudié autrefois par l'un de nous (¹).

Par exemple, dans l'action exercée sur le *formiate d'isoamyle* par le nickel réduit, vers 240°, on recueille un liquide qui contient de l'amylène, de l'alcool isoamylique, du méthanal et de l'aldéhyde isoamylique. Le gaz dégagé est de l'oxyde de carbone, contenant 6 pour 100 d'anhydride carbonique, ainsi qu'une certaine dose d'hydrogène et d'hydrocarbures forméniques, issus de la dissociation de l'aldéhyde, et de méthane produit par l'hydrogénation partielle de l'oxyde de carbone au contact du métal.

M. G. BIGOURDAN fait hommage à l'Académie de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1912 et du Tome huitième des *Annales du Bureau des Longitudes*.

(¹) PAUL SABATIER et SENDERENS, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 467.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure intitulée *Université royale Frédéric à Christiania*, par Chr.-Aug. Orland, et plusieurs Volumes, en langue danoise, relatifs à l'histoire de cette Université de 1811 à 1911, et à la biographie des membres du corps enseignant et des bibliothécaires.

2° Lucien Picqué. *Psychopathies et Chirurgie*. I. *Doctrines et faits*. (Présenté par M. Léon Labbé.)

3° Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes*. Tome II : zone $+ 8°$ à $+ 10°$. Deuxième fascicule : de $6^h 8^m$ à 24^h. (Adressé par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

M. et Mme **Victor Henri** adressent des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle comète à courte période.* Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Bassot.

Le 30 novembre dernier, M. Schaumasse découvrait, à l'aide de l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice, une comète très faible, située dans la constellation de la Vierge.

L'orbite parabolique provisoire déduite des observations obtenues les 30 novembre, 1er et 2 décembre, accusa bientôt des désaccords considérables ; soupçonnant alors le caractère elliptique du nouvel astre, j'ai repris le calcul d'une nouvelle orbite, sans faire d'hypothèse sur l'excentricité.

Les observations utilisées cette fois sont celles obtenues à Nice, les 1er, 11, 16 et 21 décembre ; la méthode employée est celle de la variation des distances géocentriques extrêmes.

Voici les éléments conclus :

Date de passage au périhélie. 1911 *novembre* 12, 2440, *temps moyen Paris.*

Longitude du périhélie	136°33′37″	1911,0
Longitude du nœud	93°14′32″	1911,0
Inclinaison	17°40′46″	1911,0
Log. q	0,084487	
Excentricité	0,675480	
Moyen mouvement	489″,938	

Représentation des lieux intermédiaires (*obs. — calcul.*).

	$d\lambda$.	$d\beta$.
11 décembre	— 1″,0	+ 0″,1
16 décembre	+ 0″,5	+ 0″,8

On se trouve donc en présence d'un astre très intéressant, dont la période est d'environ 7 années.

Naturellement ces résultats sont encore incertains; l'intervalle de temps utilisé est peu considérable et surtout les mesures de cet astre difficile ne sont pas susceptibles d'une grande précision. Cependant, le 28 décembre, l'écart entre notre ellipse et l'observation n'atteignait que 15″.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques.* Note de M. **Tzitzéica**.

La méthode que j'ai indiquée dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, 4 décembre 1911) permet d'étudier les équations de Laplace à invariants égaux qui admettent un nombre pair de solutions quadratiques. La même méthode, légèrement modifiée, s'applique au cas d'un nombre impair de solutions. Je vais indiquer ici le cas où l'on a cinq solutions quadratiques. On sait que dans ce cas la question revient à l'étude des surfaces isothermiques, c'est-à-dire des surfaces à lignes de courbures isothermes.

I. Nous supposons donc avoir les solutions x_i $(i = 1, 2, \ldots, 5)$ de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = h\theta \tag{1}$$

avec la relation $\Sigma x_i^2 = 0$. Nous pouvons adjoindre à (1) deux autres équations linéaires, qui forment avec (1) un système complètement intégrable

et qui admettent aussi comme solutions les fonctions x. En effet, à l'aide de ces conditions, on peut déterminer les coefficients des équations suivantes

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial^3 \theta}{\partial u^3} &= a\,\frac{\partial^2 \theta}{\partial u^2} + b\,\frac{\partial^2 \theta}{\partial v^2} + c\,\frac{\partial \theta}{\partial u} + d\,\frac{\partial \theta}{\partial v} + e\theta, \\ \frac{\partial^3 \theta}{\partial v^3} &= a'\frac{\partial^2 \theta}{\partial u^2} + b'\frac{\partial^2 \theta}{\partial v^2} + c'\frac{\partial \theta}{\partial u} + d'\frac{\partial \theta}{\partial v} + e'\theta, \end{aligned} \right.$$

et le système formé par les équations (1) et (2) admettra comme intégrale générale $\Sigma a_i x_i$, les a_i étant des constantes.

Les conditions d'intégrabilité, que je note par (I), seront alors vérifiées et l'on aura de plus entre les coefficients des relations (II), conséquences de la relation $\Sigma x_i^2 = 0$.

On démontre maintenant de la même manière que dans le cas $n = 6$, qu'il y a ∞^1 solutions μ de (1) à l'aide de chacune desquelles la transformée de Moutard de (1) admet aussi cinq solutions quadratiques. La solution μ vérifie en dehors de (1) un système analogue à (2), pour lequel j'ai démontré que les conditions d'intégrabilité sont vérifiées en vertu des relations notées par (I) et (II).

II. Ce qu'il y a d'intéressant, c'est que le passage des solutions x_i aux solutions x'_i correspond à la transformation D_m de M. Darboux pour les surfaces isothermiques et réciproquement. On retrouve ainsi, par une autre voie, le résultat de M. Darboux : de toute surface isothermique on peut déduire à l'aide de ces transformations ∞^4 autres surfaces isothermiques.

On peut aller plus loin. Si, à l'aide des solutions μ' et μ'' de (1), on déduit de x_i par la transformation de Moutard les solutions x'_i et x''_i pour lesquelles on a $\Sigma x'^2_i = 0$ et $\Sigma x''^2_i = 0$, j'ai démontré que les fonctions $\xi_i = x_i + t(x'_i - x''_i)$, où t est déterminé de manière qu'on ait $\Sigma \xi_i^2 = 0$, vérifient aussi une équation de la forme (1). Ces dernières fonctions peuvent être aussi regardées comme les transformées de Moutard des x'_i, ou comme celle des x''_i. Ce théorème correspond au théorème de permutabilité donné par M. Bianchi pour les transformations de M. Darboux (*Annali di Matematica*, 1905).

Mais il donne quelque chose de plus, qu'on ne pouvait pas voir facilement dans notre espace, et qu'on voit clairement dans l'espace à quatre dimensions qui sert de support à toutes les considérations précédentes. On voit que les points x, x', x'' et ξ de l'espace à quatre dimensions se trouvent dans un

même plan, c'est-à-dire sur une même variété linéaire à deux dimensions. Cela prouve que les points correspondants de notre espace se trouvent sur un même cercle. Par conséquent, si l'on a les surfaces isothermiques S_1 et S_2 déduites de S par les transformations D_{m_1} et D_{m_2}, et S' la quatrième surface, déduite par le théorème de permutabilité, et si enfin les points correspondants sur ces surfaces sont P, P_1, P_2, P', on a la propriété simple que ces points se trouvent sur un même cercle. De plus, le rapport anharmonique de ces quatre points sur le cercle est constant, à savoir $(P, P_1, P_2, P') = \frac{m_1}{m_2}$. Il résulte de là que dans le cas où $m_2 = m_1$, la surface S' coïncide avec S. Le plan du cercle précédent enveloppe évidemment un réseau conjugué; le point qui décrit ce réseau se trouve au point commun des droites PP' et P_1P_2.

J'ajoute enfin que si l'on considère le groupe des huit surfaces obtenues en partant de S et qu'on lui applique trois transformations de M. Darboux et ensuite le théorème de permutabilité, leurs huit points correspondants sont toujours situés sur une même sphère ou dans un même plan.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations intégro-différentielles de M. Hadamard.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. H. Poincaré.

La détermination d'une fonction biharmonique par ses valeurs et celles de sa dérivée normale sur un contour C se ramène à la détermination d'une certaine fonction de Green G_B^A. On sait que la fonction

$$\Psi_B^A = \Delta_A \Delta_B G_B^A$$

est une solution de l'équation intégro-différentielle

$$\delta\Phi_B^A = \int_C \Phi_M^A \Phi_B^M \,\delta n\, ds. \tag{1}$$

J'ai déjà indiqué dans ma Thèse (§ 42) que les solutions de cette équation, dont la partie infinie sur le contour est la même que celle de Ψ_B^A (qui est facile à former) et qui se reproduisent, à un facteur constant près, si l'on remplace la figure constituée par le contour C et les points A et B par une figure semblable, constituent au plus une infinité dénombrable. Si l'on ajoute la condition d'être harmonique, la fonction considérée est entière-

ment déterminée, et ne peut être que Ψ_B^A ([1]). Ces diverses conditions conduisent à former des équations intégrales déterminant parfaitement les valeurs de cette fonction sur le contour. Si l'on suppose ces équations résolues, on peut obtenir la fonction G_B^A par des quadratures.

Au lieu de l'équation (1), on peut considérer l'équation

$$(2) \qquad \delta\Phi_B^A = \int_C \frac{d^2\Phi_M^A}{dn^2}\frac{d^2\Phi_B^M}{dn^2}\,\delta n\,ds,$$

que vérifie la fonction G_B^A. Elle n'est pas complètement intégrable. Les solutions analytiques et sans singularité sur le contour sont les fonctions de l'une des formes

$$(3) \qquad x_1 f(x_2, y_2) + y_1 g(x_2, y_2) + h(x_2, y_2),$$

$$(4) \qquad f(x_1 + iy_1, x_2 - iy_2) + (x_1 - iy_1)\,g(x_2 - iy_2) + (x_2 + iy_2)\,h(x_1 + iy_1) + a(x_1 - iy_1)(x_2 + iy_2),$$

$$(5) \qquad (x_1^2 + y_1^2)[a(x_2^2 + y_2^2) + b\,x_2 + c\,y_2 + d] + x_1[a_1(x_2^2 + y_2^2) + b_1 x_2 + c_1 y_2 + d_1] + y_1[a_2(x_2^2 + y_2^2) + b_2 x_2 + c_2 y_2 + d_2] + a_3(x_2^2 + y_2^2) + b_3 x_2 + c_3 y_2 + d_3,$$

x_1 et y_1 étant les coordonnées du point A, x_2 et y_2 celles du point B, f, g, h des fonctions arbitraires, et a, b, c, d, a_1, ..., d_3 des paramètres arbitraires. Dans les expressions (3) et (4) on peut évidemment échanger le rôle des points A et B.

Ces résultats se déduisent aisément d'une remarque générale sur les équations de la forme

$$(6) \qquad \delta\Phi_B^A = \int_C f_{C,\Phi}(A, B, M, \theta)\,\delta n\,ds,$$

f étant une fonctionnelle de C et de Φ, dérivable au sens de Volterra, qui dépend en outre des points A, B, M et de l'angle θ que fait avec Ox la tangente en M au contour. Pour qu'il existe une solution de cette équation, égale pour un contour C_0 à une fonction donnée Φ_0, analytique et sans singularité sur C_0, il faut que, pour la courbe C_0 et la détermination Φ_0 de Φ, f soit indépendant de θ, que M soit ou non sur la courbe C_0. Cette condition est, de plus, suffisante dans le cas où la condition que j'ai appelée (*loc. cit.*, § 12) *première condition d'intégrabilité* relative à l'équation (6) est identiquement vérifiée, ce qui est le cas pour l'équation (2).

([1]) Il y a toutefois dans les raisonnements qui m'ont conduit à ces résultats un point que je n'ai pas pu rendre entièrement rigoureux.

Les solutions de l'équation (2) qui sont la somme de G_B^A et d'une fonction analytique sans singularité sur le contour, sont caractérisées par les conditions

$$\frac{\partial \Phi_M^A}{\partial x} = f_1(A), \quad \frac{\partial \Phi_M^A}{\partial y} = f_2(A), \quad \frac{\partial \Phi_B^M}{\partial x} = g_1(B), \quad \frac{\partial \Phi_B^M}{\partial y} = g_2(B),$$

M étant un point quelconque du contour et x et y ses coordonnées.

Une étude de ces solutions conduit, pour déterminer la fonction G_B^A, aux mêmes équations intégrales que l'étude de l'équation (1).

Une méthode analogue s'applique à la fonction de Green ordinaire G_B^A. Les valeurs de $\frac{d^2 g_B^A}{dn_A\, dn_B}$ sur le contour sont entièrement déterminées par un système d'équations intégrales, et la détermination de la fonction de Green s'achève par des quadratures.

Pour la fonction de Neumann Y_B^A, on peut opérer de même en cherchant les valeurs de $\frac{d^2 Y_B^A}{ds_A\, ds_B}$ sur le contour. Ce problème est identique au précédent, car on a

$$\frac{d^2 y_B^A}{ds_A\, ds_B} = -\frac{d^2 g_B^A}{dn_A\, dn_B}.$$

Mais on peut aussi obtenir des équations intégrales déterminant la valeur de la fonction de Neumann elle-même sur le contour. Cette méthode est la seule qui s'applique dans le cas de l'espace.

Un grand nombre de problèmes de Physique mathématique peuvent ainsi se ramener à des systèmes d'équations intégrales non linéaires. Si l'on substitue à la fonction inconnue une série trigonométrique doublement infinie, à coefficients indéterminés, on obtient une infinité d'équations non linéaires entre ces coefficients. Sauf dans le cas du cercle ou de certaines courbes particulières quel que soit le choix du paramètre fixant la position d'un point sur le contour considéré, chacune de ces équations contient une infinité d'inconnues. Il semble bien difficile de tirer quelque chose d'un pareil système, bien qu'on sache *a priori* qu'il n'en existe qu'une solution pour laquelle la série trigonométrique considérée soit convergente. Il serait donc désirable de pouvoir étudier par une autre méthode les équations intégrales obtenues.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (neuvième campagne).* Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Bassot.

Le plan de ma campagne de 1911 a consisté à poursuivre l'établissement vers le Nord et vers le Nord-Est de mon réseau général, qui s'étendait déjà sur les régions méridionales de la Tarentaise. Cependant, dans le but de répondre à une demande urgente en vue de levés topographiques à grande échelle, j'ai dû adjoindre à ce premier programme la triangulation détaillée du Massif de la Grande Chartreuse.

Cette neuvième campagne a comporté, par suite, plusieurs théâtres d'opérations qui peuvent se grouper en deux régions principales : la première constituant le territoire des chaînes subalpines situées au Nord de Grenoble, la seconde offrant à l'extension de mes réseaux des années précédentes la haute vallée de l'Isère et la vallée du Doron de Bozel.

La première partie de ce programme s'écoula du 20 juin au 19 juillet. Le réseau principal de mon levé fut jalonné par les stations du Grand Rocher (que j'avais déjà occupé en 1903 et en 1905), du Crêt du Poulet, de Brame Farine, du Granier, du Mont Outheran, du Grand Som, de la Dent de Crolles, de la Sure et de la Pinéa. Les observations y furent faites par vingt séries azimutales et ne subirent jamais d'arrêt par intempéries ou par mauvaise visibilité. Des stations secondaires s'effectuèrent aux sommets du Moucherotte, du Biolet, de Chamechaude, du Charmant Som et en différents points d'altitude inférieure, notamment à la Tour de Montfalet, à Laval, dans la vallée du Grésivaudan, et sur la tour de Clérieux, à l'intérieur de la ville de Grenoble. Plusieurs séries de stationnements aux repères du Nivellement Général constituèrent deux lignes de base de départ altimétrique : la première s'étendit de Grenoble à Crolles sur la route nationale située à droite du cours de l'Isère; la seconde fut jalonnée par des repères situés sur la route de Grenoble à Saint-Pierre-de-Chartreuse par le Sappey et de là à Saint-Pierre-d'Entremont par le col du Cucheron. Au total, 43 stations furent occupées dans cette première période de ma campagne. A l'heure actuelle, les calculs planimétriques sont terminés pour la plupart d'entre elles.

Le réseau principal a été notamment calculé par figures polygonales compensées au moyen de la méthode des moindres carrés. Il a été décomposé en deux figures : la

première qui présentait la compensation simultanée des quatre positions nouvelles : *Crêt du Poulet*, *Brame Farine*, *Granier*, *Dent de Crolles*, en partant de celles : *Rocher Blanc des Sept Laux*, *Pic du Frêne*, *Grande Lance de Domène* et *Grand Rocher*, a abouti à la fixation de 22 angles satisfaisant à 15 équations de condition; la seconde, qui présentait la compensation simultanée de quatre nouveaux points : *Outheran*, *Grand Som*, *la Sure*, *Pinéa*, a déterminé les valeurs de 18 angles par 10 équations de condition.

La seconde période de cette campagne s'est écoulée du 20 juillet au 23 septembre. La continuité du temps favorable a permis de terminer complètement le réseau qui s'y rapportait et qui intéressait, en réalité, deux théâtres assez nettement séparés, celui des chaînes encaissantes de la haute vallée de l'Isère et celui de la vallée du Doron de Bozel. Rattachées aux réseaux de 1908, de 1909 et de 1910, mes stations primaires se sont placées sur les grands sommets de la crête frontière et sur ceux de l'arête parallèle du Mont-Pourri; elles ont été encadrées par les côtés de ma Méridienne de Savoie, établie en 1907, et par ceux de mon réseau primaire de Haute-Maurienne, exécuté en 1908. Parmi les principales occupations de cette deuxième période, je citerai, en premier lieu, celles de trois points de la Chaîne Méridienne de Savoie : l'Aiguille Rouge du Mont-Pourri (3235) (¹), la Dent de Burgin (2744) et Belle Côte (3421); puis celles du Mont-Pourri (3780) lui-même (pour laquelle j'ai eu à établir un campement de 4 jours), de la Tsantaleina (3606), de la Grande Sassière (3759), de la Pointe de la Galise (3342), de la pointe d'Archeboc (3283), de la Becca du Lac (3405), de Lancebranlette (2933), de la Pointe du Four (2487), de l'Aiguille Grive (2730), de la Grande Parei (3610), du Dôme de Val d'Isère (3030), de la Tête des Quécées de Tignes (3020), de l'Aiguille du Fruit (3056), du Tuf de la Grassa (3050), du Mont Saint-Jacques (2490), du Grand Coin (2740) du Mont du Fus (2800), etc.

Grâce à la continuité du temps exceptionnellement beau, le nombre des stations, occupées cette année, a dépassé celui de toute autre de mes campagnes précédentes; il s'est élevé à 164, dont 16 au-dessus de 3000^{m}. Le nombre des clichés formant, presque tous, panoramas circulaires complets des sommets principaux, a atteint 96 douzaines. Leur développement est terminé actuellement, ayant donné les résultats les plus satisfaisants.

(¹) Les cotes données ici sont essentiellement provisoires et extraites pour la plus grande part de la Carte de l'État-Major.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une relation simple entre le coefficient de dilatation des liquides et la température.* Note ([1]) de M. **Marcel Oswald**, présentée par M. H. Le Chatelier.

En se basant sur des lois purement expérimentales, il est possible de trouver une relation de forme simple entre le coefficient de dilatation des liquides et la température. Soit en effet un liquide suivant la loi du diamètre rectiligne; en appelant D et d les densités respectives du liquide et de sa vapeur saturée, A et B deux constantes positives et T la température absolue, on a

$$D + d = A - BT,$$

et, en extrapolant cette formule pour le zéro absolu ($D = D_0$, $d = 0$) et pour le point critique ($D = d = D_c$), on trouve facilement, si T_c désigne la température critique absolue,

$$D + d = D_0 - (D_0 - 2D_c)\frac{T}{T_c}.$$

Supposons alors que nous soyons assez loin du point critique pour que d soit négligeable devant D et que le rapport $\frac{D_0}{D_c}$ ait la valeur constante H, comme l'a trouvé Guldberg ([2]) pour les liquides sans molécules associées; il vient au lieu de la formule précédente

$$D = D_0\left(1 - \frac{T}{2T_c}\right). \tag{1}$$

Si d'autre part V représente le volume spécifique, on a

$$VD = 1,$$

et, pour le coefficient de dilatation α,

$$\alpha = \frac{1}{V}\frac{dV}{dT} = -D\frac{dD}{dT};$$

d'où, d'après la relation (1),

$$\alpha = \frac{1}{2T_c - T}. \tag{2}$$

([1]) Présentée dans la séance du 26 décembre 1911.

([2]) *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. XXIII, 1901, p. 371.

On peut remarquer en outre que si la formule (1) s'applique aussi au zéro centigrade, en appelant V_1 le volume spécifique du liquide à cette température, on trouve immédiatement la formule suivante, due à Thorpe et Rücker [1], et démontrée par eux au moyen d'autres considérations :

$$V = V_1 \frac{2T_c - 273}{2T_c - T}. \tag{3}$$

Il était intéressant de vérifier la formule (2) avec des données expérimentales. J'ai fait cette vérification de deux manières : d'une part, j'ai calculé la température critique par la formule (2); d'autre part, j'ai calculé le coefficient λ de T_c dans une formule plus générale

$$\alpha = \frac{1}{\lambda T_c - T}.$$

Les résultats de ces calculs sont résumés dans le Tableau suivant (les valeurs de α sont en millionièmes, et les températures critiques en centigrades) :

Corps.	t_c observé.	t_c calculé.	t_c obs. — t_c calc.	$\alpha.10^6$.	$t = T - 273$.	λ.
C^2H^5Cl	181°,0	166°,5	—14,5	1706	20°	1,94
$(C^2H^5)^2O$	194,4	176	—18,4	1653	20	1,83
C^5H^{12} normal	197,2	184,5	—13	1608	20	1,92
C^2H^5Br	226,0	226	0	1418	20	2,00
$SiCl^4$	230,0	223,0	— 7	1430	20	1,97
$HCOOC^2H^5$	235,3	226,5	— 8,8	1417	20	1,965
CH^3COCH^3	237,5	209,5	—28	1487	20	1,89
$CHCl^3$	260,0	266	+ 6	1273	20	2,02
$CH^3COOC^2H^5$	250,1	236,5	—13,6	1376	20	1,95
CS^2	273,05	284	+11	1218	20	2,04
CCl^4	283,15	277,5	— 5,6	1236	20	1,98
PCl^3	285,5	286,5	+ 1	1211	20	2,005
C^6H^6	288,5	277,5	—11	1237	20	1,96
	288,5	288,5	0	1176	0	2,00
Br^2	302,2	314,5	+12,3	1132	20	2,045
$SnCl^4$	318,7	315	— 3,7	1133	0	1,95

La concordance est donc assez satisfaisante; la moyenne générale des valeurs de la dernière colonne est en effet 1,967, donc suffisamment voisine de 2. Si, au contraire, on s'adresse à des liquides à molécules polymérisées, les écarts deviennent beaucoup plus grands.

(1) *Journ. chem. Soc.*, 1884, p. 135.

D'abord, pour l'eau, à 0° le coefficient α est négatif, de sorte qu'on trouve une valeur de T_c très grande en valeur absolue et négative, qui passe à $-\infty$ pour le maximum de densité 4°, puis décroît ensuite de $+\infty$ à une valeur assez voisine de la valeur expérimentale. On trouve en effet à 100°: $\alpha = 1223 . 10^{-6}$, d'où $t_c = 322°,5$; l'expérience a donné 358°,1; l'écart est encore de $-$ 35°,6.

	t_c.	α_{20}.	t_c calculé.	Écart.
CH^3OH	240°,0	1259.10^{-6}	272°	+32°
CH^3COOH	321°,6	1071	340,5	+19°

L'emploi de cette formule permettra sans doute de calculer pour beaucoup de liquides une valeur approchée de la température critique, et, par suite, pourra peut-être servir de guide dans cette recherche. Connaissant en outre la densité à la température T, la formule (1) donnera D_0, d'où $D_c = \frac{D_0}{4}$, valeur approchée de la densité de chargement du tube où l'on fera l'expérience.

On pourra, par ailleurs, s'assurer du degré de vraisemblance de ces hypothèses en vérifiant la constance approximative de la valeur de T_c calculée par la formule (2) pour des températures différentes.

Cette vérification pourra se faire par exemple de la façon suivante : en développant la formule (2) par la série de Taylor, on trouve

$$\alpha = \frac{1}{2T_c}\left[1 + \frac{T}{2T_c} + \left(\frac{T}{2T_c}\right)^2 + \left(\frac{T}{2T_c}\right)^3 + \ldots\right];$$

il suffira donc de développer α suivant les puissances de la température absolue:

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + \ldots,$$

et de vérifier les relations

$$\alpha_1 = \alpha_0^2, \qquad \alpha_2 = \alpha_0^3 = \alpha_1^2, \qquad \ldots, \qquad \alpha_k = \alpha_0^{k+1} = \alpha_{k-1}^k.$$

Je compte poursuivre ultérieurement cette vérification.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'azote et de l'oxygène sur le magnésium*. Note (¹) de MM. **C. Matignon** et **Lassieur**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous nous sommes proposé de déterminer très exactement les condi-

(¹) Présentée dans la séance du 26 décembre 1911.

tions dans lesquelles l'azote et l'oxygène commencent à agir d'une façon sensible sur le magnésium, dans le but de préciser le mécanisme de formation de l'azoture de magnésium à partir de l'air.

Le métal placé dans l'atmosphère du gaz étudié, est chauffé progressivement dans un vase clos en relation avec un tube manométrique plongeant légèrement dans le mercure. On opère avec 1^g de poudre de magnésium dans un espace mesurant environ 100^{cm^3} et l'on note l'instant où une dénivellation commence à se produire. Il importe d'élever la température très lentement quand on se rapproche de la zone de réaction commençante. Avec les deux gaz, la combinaison a lieu avec lenteur, et ce n'est qu'à une température beaucoup plus élevée qu'on réalise la combinaison vive avec incandescence et flamme.

Azote. — Dans l'azote pur, on a constaté que la réaction prend une vitesse sensible à 670°, température qu'on peut considérer pratiquement comme la température de réaction commençante.

Voici d'ailleurs la marche de la fixation de l'azote déterminée à chaque instant par la pression de l'azote dans l'espace clos maintenu à 670° :

Temps.	Pression du gaz.	Temps.	Pression du gaz.
m	mm	h m	mm
0	760	1.15	620
15	745	1.45	520
30	725	2.16	425
45	690	3.15	275
60	665	3.45	250

Oxygène. — Avec l'oxygène, dans des conditions identiques, on observe un commencement de dénivellation à 600°; en outre, la vitesse de réaction est plus grande, l'absorption de l'oxygène est complète au bout de 1 heure.

Air. — En conséquence, les mêmes essais répétés dans l'air doivent permettre d'absorber l'oxygène sans disparition sensible d'azote, si l'on opère à des températures comprises entre 600° et 670° et, de préférence, aux températures voisines de 600°.

En effet, à 620°, l'ascension du mercure dans le manomètre s'arrête quand tout l'oxygène est absorbé. La dénivellation est alors en rapport avec la composition de l'air. Quant au gaz résiduel, comme on l'a constaté au moyen du pyrogallate de potasse, il ne contient plus trace d'oxygène.

Au delà de 670°, il y a fixation simultanée d'oxygène et d'azote, ce dernier avec une vitesse d'absorption bien inférieure à celle de l'oxygène. En utilisant les données précédentes et en admettant, ce qui n'est pas éloigné de la réalité, que la vitesse de réaction double par une augmentation de température de 10°, on peut affirmer que le

magnésium fixe l'oxygène à la température de 670°, au moins mille fois plus rapidement que l'azote. Ceci rend compte du mode de préparation de l'azoture de magnésium à partir de l'air [1]. Quand on découvre un creuset profond rempli de poudre de magnésium au rouge, les gaz de l'air sont absorbés par le métal; l'oxygène, beaucoup plus actif, est retenu par les portions superficielles, tandis que l'azote, ainsi complètement débarrassé de son oxygène par ce filtrage à la surface, va se fixer plus loin sur le magnésium contenu dans les parties profondes du creuset pour former de l'azoture pur.

Nous nous sommes demandé si, dans les conditions précédentes, l'addition d'un peu de mercure au magnésium (pour faire de l'amalgame) ne diminuerait pas le frottement chimique et ne permettrait pas d'abaisser la température de ces réactions. En fait, le magnésium, partiellement amalgamé et chauffé progressivement dans l'azote, s'est comporté comme le magnésium non amalgamé.

L'action de l'air sur le magnésium a été utilisée par l'un de nous pour préparer l'azoture *cristallisé*.

Si l'on chauffe le métal dans un creuset presque complètement fermé et disposé dans un moufle à une température où le magnésium peut émettre des vapeurs, l'azote et les vapeurs réagissent lentement et engendrent l'azoture cristallisé. On reproduit ainsi l'azoture qui avait été obtenu fortuitement par Deville et Caron à l'état de traces dans la distillation du magnésium; aucune préparation n'avait permis jusqu'ici de reproduire ce corps à l'état cristallin.

En résumé : 1° L'azote se combine directement au magnésium à partir de 670°;

2° L'oxygène commence à agir sur le magnésium à la température de 600°;

3° Entre 670° et 600°, on peut isoler l'azote d'un mélange d'azote et d'oxygène; à partir et au delà de 670°, le magnésium fixe les deux éléments avec des vitesses très inégales;

4° L'inégalité de ces vitesses rend compte du mode de formation de l'azoture de magnésium par l'exposition à l'air d'un creuset rempli de magnésium au rouge;

5° La présence du mercure ne semble pas faciliter la combinaison du magnésium avec l'azote et l'oxygène.

---

(1) Erdmann et Moser, *Berichte*, 1901, p. 390.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des acides aminés sur les sucres; formation des mélanoïdines par voie méthodique.* Note de M. **L.-C. Maillard**, présentée par M. Armand Gautier.

Mes recherches sur le rôle des alcools dans la synthèse naturelle des albuminoïdes (¹) m'ont amené à mettre les acides aminés en présence d'un alcool complexe universellement répandu chez les êtres vivans, le *d*-glucose. Mais ici le rôle de la fonction aldéhydique prévaut sur celui des fonctions alcooliques, au moins quand le glucose est en excès.

Si dans un tube on place 1 partie de glycocolle avec 4 parties de glucose et 3 à 4 parties d'eau, puis qu'on porte au bain-marie pour faciliter la dissolution, le liquide prend une teinte jaune très reconnaissable au bout d'une dizaine de minutes au plus. La coloration s'accentue avec une vitesse croissante, et arrive assez rapidement au brun foncé; plus tard on voit mousser le liquide, par dégagement de CO^2 qu'on reconnaît en conduisant le gaz, au moyen d'un courant d'air, dans la baryte.

Le gaz CO^2 peut être, ou le débris du carboxyle du glycocolle, ou le produit d'oxydation d'autres atomes de carbone par l'oxygène emprunté, soit aux oxhydriles du glucose, soit à l'air atmosphérique.

Dans une cloche sur le mercure, on introduit $0^g,5$ de glycocolle, 2^g de glucose, 2^{cm^3} d'eau, et $14^{cm^3},6$ d'oxygène. Après 6 heures passées à 100°, on retrouve $12^{cm^3},6$ d'oxygène, soit une disparition de 2^{cm^3} seulement, alors qu'il s'est formé $22^{cm^3},9$ de CO^2. Ce gaz n'emprunte donc pas son oxygène à l'atmosphère.

Avec un dispositif où les produits gazeux sont conduits dans des absorbeurs, $0^g,4993$ de glycocolle et $2^g,0044$ de glucose ont fourni en 7 heures $0^g,1048$ de CO^2. Séché à froid dans le vide, le résidu accuse une perte de $0^g,6227$, dont $0^g,5179$ sont autre chose que CO^2. Or, l'analyse centésimale de ce résidu révèle que cette différence est de l'eau, dont le rapport avec CO^2 dégagé répond à l'expression $(CO^2 + 12\,H^2O)$. L'oxygène de CO^2 ne provient donc pas du glucose.

Le dégagement du gaz carbonique résulte de la scission du carboxyle appartenant au glycocolle. Si l'on admet que cette scission est corrélative de la fixation de l'azote sur le carbone aldéhydique du sucre, nous sommes conduits à penser que les molécules de glucose, au nombre de deux *au moins*, qui entrent dans la constitution du nouveau corps, éprouvent des déshydratations qui créent des doubles liaisons et peut-être des cycles. Les

(¹) *Comptes rendus*, 27 novembre 1911; *C. R. Soc. Biol.*, 2 décembre 1911.

substances noirâtres ainsi formées pourraient être des molécules polycycliques à 1 atome d'azote.

J'ai généralisé la réaction en traitant le glucose par le glycocolle, la sarcosine, l'alanine, la valine, la leucine, la tyrosine, l'acide glutamique. L'alanine est le plus actif des aminoacides, ce qui n'est point pour surprendre quand on connaît son rôle capital en Chimie biologique. Avec le glycocolle, le xylose et l'arabinose réagissent instantanément; le fructose, le galactose, le glucose et le mannose, assez rapidement; le lactose et le maltose, lentement; le saccharose pas du tout pendant plusieurs heures, après quoi se produit une réaction lente, consécutive sans doute à un dédoublement.

Violente à 150°, assez rapide à 100°, la réaction s'observe après quelques jours à 37°, et même au-dessous; on conçoit d'ailleurs que diverses substances ou divers modes d'énergie pourraient l'accélérer.

Les conséquences de ces faits me paraissent aussi nombreuses qu'intéressantes dans divers domaines de la Science : non seulement en physiologie et en pathologie humaines, mais aussi en physiologie végétale (alcaloïdes cycliques, etc.), en agronomie (maturation des fumiers, humus, industries diverses), en géologie (combustibles minéraux, etc.). La seule énumération de ces conséquences, dont plusieurs peuvent être considérées comme évidentes, serait ici trop longue.

Je n'en signalerai qu'une, la perturbation apportée dans toutes les techniques d'analyse où les matériaux fournissent à la fois des sucres et des acides aminés : par exemple, dans les hydrolyses de protéiques ou de tissus, on ne peut retrouver comme acides aminés que la fraction qui a échappé à l'action des sucres. C'est pourquoi ces hydrolyses fournissent des *mélanoïdines*, de constitution inconnue jusqu'ici, et dont la composition même n'a jamais pu être définie. Je me suis assuré que les produits de la réaction que je signale sont précisément des mélanoïdines ; mais tandis que les anciennes mélanoïdines fournies par le hasard n'étaient que des mélanges inextricables dérivant d'aminoacides variés et peut-être de sucres divers, nous sommes aujourd'hui en mesure de réaliser *individuellement* la condensation d'un aminoacide défini avec un sucre défini. Il est donc permis d'espérer que la présente méthode apportera des éclaircissements comparables à ceux qu'a fournis la substitution pour l'étude, aux mélanges inextricables que sont les peptones naturelles, des polypeptides volontairement construits. On pourra dès lors étudier la constitution des mélanoïdines. sur laquelle mes essais projettent déjà quelque lueur.

La portée de la réaction générale que je signale n'a d'égale que son extrême facilité : on est surpris qu'elle ne soit pas depuis longtemps connue dans ses moindres détails. Je m'y suis trouvé conduit méthodiquement par mes recherches sur le rôle que jouent les alcools complexes dans l'enchaînement des acides aminés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les phénomènes d'oxydation comparés dans les galles et dans les organes homologues normaux.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Je voudrais, dans cette nouvelle Note relative à la physiologie des galles, relater un ensemble de faits qui se rapportent à la comparaison de la fixation de l'oxygène dans les galles et dans les organes dont elles constituent une modification. Les cécidies que j'ai étudiées plus spécialement à ce point de vue sont celles qui sont produites sur les feuilles de l'Orme (*Ulmus campestris* L.) par deux Hémiptères, le *Tetraneura Ulmi* De Geer et le *Schizoneura lanuginosa* Hartig. Si l'on met à respirer à l'obscurité des feuilles d'orme normales et des galles de *Tetraneura Ulmi* détachées des feuilles qui les portent et débarrassées de leurs parasites, on constate que le quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O^2}$ est le même dans les deux cas et très sensiblement égal à l'unité; mais à la lumière, en présence d'une atmosphère chargée de 8 pour 100 de gaz carbonique, les échanges gazeux, sur l'intensité desquels je ne m'étendrai pas ici, ont une allure très différente ; pour la feuille saine le rapport $\frac{O^2}{CO^2}$ des volumes d'oxygène dégagé et de gaz carbonique utilisé est de 0,93; avec les galles de *Tetraneura Ulmi*, ce rapport tombe à 0,50. Pour un même volume de gaz carbonique décomposé, il y a donc beaucoup moins d'oxygène libéré dans l'atmosphère par les galles que par les feuilles saines. Il est à remarquer que cette fixation d'oxygène n'est pas sensible quand le phénomène respiratoire est seul en jeu, et il paraît raisonnable d'admettre qu'à la lumière, l'oxygène se fixe parce qu'il est à l'état ionisé, provenant de la décomposition du gaz carbonique; nous nous trouvons en présence d'un fait identique à celui que Combes a signalé (1)

(1) Raoul Combes, *Les échanges gazeux des feuilles pendant la formation et la destruction des pigments anthocyaniques* (*Rev. gén. Bot.*, t. XXII, 1910, p. 177).

dans les feuilles étudiées au moment de l'apparition de l'anthocyane; là aussi ce n'est qu'à la lumière que s'opère une plus grande fixation d'oxygène.

Dans ces expériences, les feuilles normales d'Orme étaient utilisées entières, et les galles avaient été sectionnées afin d'en extraire les Pucerons; je me suis demandé si ce traumatisme n'intervenait pas pour modifier le rapport des échanges gazeux dans le sens observé; des feuilles normales divisées en très menus morceaux ont présenté en fait un abaissement dans la valeur du quotient $\frac{O^2}{CO^2}$, qui passait de 0,93 à 0,86; mais jamais ce rapport n'a approché davantage de la valeur beaucoup plus faible que nous avons signalée pour les galles de *Tetraneura Ulmi*. Avec les cécidies de *Schizoneura lanuginosa* le quotient $\frac{O^2}{CO^2}$ est encore plus petit et peut présenter la valeur de 0,3. J'ai d'ailleurs obtenu des résultats de même ordre avec plusieurs autres galles, et je me contenterai de signaler ceux qui m'ont été fournis par les cécidies du *Perrisia tiliamvolvens* Rübs. sur les feuilles de *Tilia grandifolia* Ehrh. et du *Myzus Oxyacanthæ* Koch. sur les feuilles de *Cratægus Oxyacantha* L.; dans les deux cas, à la lumière j'ai observé pour les parties de feuilles parasitées une absorption d'oxygène, sans modification appréciable de la quantité de gaz carbonique; les phénomènes d'oxydation apparaissent donc ici avec plus de netteté encore que dans les exemples précédents.

Il était indiqué de rechercher si la fixation abondante d'oxygène dans les galles était en relation avec l'existence de diastases oxydantes; des feuilles normales d'Orme et des galles de *Tetraneura Ulmi* ont été à cet effet mises à macérer séparément dans de la glycérine; au bout de quelques semaines l'extrait glycériné de galles agissait très énergiquement sur la teinture de gaïac, alors que le même extrait porté quelques minutes à 100° n'avait aucune action, pas plus que l'extrait de feuilles normales. Les galles de *Schizoneura lanuginosa* ne présentent qu'une action beaucoup plus légère et plus lente.

La relation établie par G. Bertrand entre l'action de la laccase et la présence dans ses cendres d'une quantité considérable de manganèse m'a engagé à faire l'analyse comparée des cendres des galles et des feuilles saines; je reviendrai sur l'ensemble des résultats obtenus qui mettent en évidence des différences considérables dans la composition minérale des deux sortes d'organes; disons seulement qu'on trouve dans les cendres des galles environ 3 fois moins de silice, 2 fois moins de chaux, mais 3,5 fois plus de phosphore et 4 fois plus de potassium et de sodium; en ce qui concerne le fer et le

manganèse, ces métaux sont dans les galles, contrairement à l'idée qui avait présidé à ces recherches, en proportion plus faible que dans les feuilles normales (3 fois moins pour le fer, 7 fois moins pour le manganèse).

D'après ce qui précède, on doit s'attendre à trouver dans les galles une plus grande quantité de corps riches en oxygène que dans les feuilles et aussi une plus grande quantité de substances capables de fixer l'oxygène; à la première catégorie appartiennent les acides organiques; or, en dosant l'acidité libre, on constate qu'elle est deux fois plus grande dans les galles de *Schizoneura lanuginosa* que dans les feuilles saines. Si d'autre part on fait agir une solution de permanganate de potassium titrée sur des extraits aqueux, on trouve que l'ensemble des matières oxydables est de 7,2 pour 100 du poids sec de galles de *Schizoneura lanuginosa*, alors qu'il n'est que de 3,7 pour les feuilles normales; parmi ces matières, 5,2 pour 100 dans les galles et 1,5 pour 100 dans les feuilles représentent des matières tannantes se fixant sur la peau; le reste des matières oxydables par le permanganate de potassium est sensiblement en même quantité dans les galles (2) et les feuilles (2,2).

Enfin une plus grande fixation d'oxygène dans les galles peut entraîner une teneur totale plus considérable en ce corps que dans les feuilles; pour me rendre compte s'il en est bien ainsi, j'ai effectué l'analyse élémentaire de la matière sèche des feuilles d'Orme et des deux Hémiptérocécidies qui viennent de nous occuper; les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant et rapportés à 100 de matière sèche :

	Feuilles d'*Ulmus campestris*.	Galles de *Schizoneura lanuginosa*.	Feuilles d'*Ulmus montana* With.	Galles de *Tetraneura Ulmi*.
Cendres	8,81	7,34	9,20	6,90
Azote	2,83	2,64	4,71	5,22
Carbone	45,83	46,88	46,50	48,39
Hydrogène	6,81	6,32	6,96	6,38
Oxygène	35,72	36,82	32,63	33,11

Il y a donc un peu plus d'oxygène dans les galles que dans les feuilles normales et, surtout, l'hydrogène est en quantité plus faible; si l'on admet que cette diminution est due à la formation d'eau, la quantité d'oxygène correspondante est dans le premier cas de 3,92, dans le second de 4,64.

En résumé, nous sommes en présence d'une série de faits concordants qui nous permettent d'établir un nouveau caractère physiologique des productions gallaires, celui d'une fixation d'oxygène plus intense que celle qui a lieu dans les organes normaux correspondants.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Remarques sur l'acidité gastrique.* Note de M. J. **Winter**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai montré récemment [1] qu'il est facile, avec la concentration, de déterminer le taux réel de la sécrétion que contient un mélange gastrique alimentaire. La possibilité, qui en résulte, de reconstituer ces sécrétions, *provoquées par l'aliment*, permet de les comparer aux *sécrétions expérimentales* qui sont les seules qu'on ait étudiées, et qui passent pour être du suc gastrique courant et normal.

J'appelle *expérimentales* les sécrétions consécutives aux fistules gastriques ou à d'autres dénaturations traumatiques de l'estomac.

Partant de ces données, je fis en 1905 une étude très soignée de nombreuses digestions chez un *même* chien, jeune et vigoureux (29^{kg}).

Je me suis servi de trois types alimentaires simples que je désirais comparer : eau pure; viandes dégraissées sans eau; dissolutions concentrées de sucre pur dans l'eau distillée [2]. J'ai eu soin d'espacer les expériences et d'alterner les repas. Je ne signale dans la présente Note que ce qui concerne l'acidité et HCl libre. Dans le Tableau qui suit et qui résume huit digestions différentes de sucre, ces deux éléments, exprimés en HCl, sont rapportés à 100^{cm^3} des sécrétions contenues dans les mélanges gastriques. L'extraction se faisait à la sonde et, comme l'indique le Tableau, à des moments variés de la digestion. L'ensemble de ces huit expériences, identiques quant aux repas ingérés, embrasse une période de *six mois*.

Durée en minutes.	Acidité.	HCl libre.	Sécrétion taux pour 100.	Durée en minutes.	Acidité.	HCl libre.	Sécrétion taux pour 100.
8.....	0	0	9,3	35...	80,02	0	21,1
18,5...	0,047	0	14,6	40...	0,171	0,069	36,6
24.....	0,039	0,036	19,7	46...	0,008	0	23,9
25,5...	0,180	0,084	26,1	55...	0,107	0,060	41,8

Malgré la longue durée de cette série, dont les différents termes sont espacés par des intervalles de semaines et de mois, les taux successifs de la sécrétion, ordonnés suivant les durées digestives, s'alignent en une courbe fort régulière; à noter, toutefois, que cette courbe rebondit avec la

[1] *Comptes rendus*, 11 juillet 1910, et *Bulletin de la Société philomathique*, 1907.

[2] Ces trois types de repas répondent aux trois évolutions que j'ai signalées dans ma Note précédente des *Comptes rendus*.

présence et le taux de HCl libre; *mais son développement systématique n'est interrompu ni par l'absence d'acidité, ni par celle de* HCl.

La colonne des sécrétions sert de contrôle; son homogénéité soutenue contraste avec le décousu des colonnes des acidités et des HCl. Une seule corrélation les lie : *c'est que l'apparition de l'acide chlorhydrique est le signal d'une recrudescence relative de l'activité sécrétoire.*

L'eau distillée qui, dans l'estomac, reçoit, *sans l'altérer*, la sécrétion qui s'y accumule rapidement, fournit des résultats tout à fait semblables; le suc gastrique s'y montre tantôt neutre, tantôt très acide, avec ou sans HCl libre.

Toutes ces sécrétions, acides ou non, dérivées du sucre ou de l'eau pure, sont riches en chlorhydrates organiques (¹) et autres substances non mentionnées ici, dont la présence authentique leur origine gastrique.

Ces deux types de digestion, *sans azote alimentaire*, démontrent jusqu'à l'évidence *que la production du suc gastrique n'est pas directement liée à celle de ces éléments acides.*

Avec les repas de viande la physionomie des résulats change. Ici toutes les sécrétions sont très acides (0,250 à 0,450 dans mes expériences) et plus ou moins riches en HCl libre, sans aucune fixité d'ailleurs; elles ressemblent beaucoup aux sécrétions expérimentales connues.

Ainsi le même chien, à la même époque, me donne les acidités les plus contradictoires. Les conditions de mes expériences sont celles des digestions courantes. Si, dans ces conditions, les éléments acides peuvent disparaître de la sécrétion ou s'y modifier, d'une digestion à l'autre, aussi profondément qu'on vient de le voir chez mon chien, très bien portant, c'est qu'il en est communément ainsi dans la vie *et qu'il n'y a pas de type uniforme de suc gastrique;* c'est, qu'en d'autres termes, les variations observées dépendent des contingences du moment, de l'aliment, de l'état psychique, etc. Toutes les sécrétions connues, alimentaires ou expérimentales, sont authentiques; si elles sont dissemblables, c'est que leurs dissemblances prouvent, précisément, l'*effort d'adaptation* fait par l'organisme et soulignent l'étrange erreur commise par l'expérimentation en généralisant, comme normal, un type unilatéral de sécrétion.

(¹) Le coefficient d'acidité de ces chlorhydrates (valeur α du procédé d'analyse que j'ai indiqué) peut varier de 0 à 1. Chez l'homme les sécrétions à jeun, aujourd'hui légion et bien connues, fournissent toute l'échelle de ce coefficient; les valeurs 0,4 à 0,6 y sont les plus fréquentes.

A défaut du mécanisme chimico-psychique, absolument inconnu d'ailleurs, de l'acte sécrétoire et des phénomènes connexes, les faits précédents révèlent, du moins, leur propre enchaînement que je vais résumer en quelques lignes :

L'acidité chlorhydrique ne se produit pas d'une seule venue, mais en trois étapes successives : la première, corrélative au travail sécrétoire des glandes, correspond à la *formation* de chlorhydrates organiques *neutres;* la seconde, à leur *acidification;* la troisième à leur *dissociation* avec production de HCl libre; cette dernière, d'après les faits, réclame un effort considérable.

Pour provoquer l'évolution intégrale de ces trois phases, il faut des excitations digestives intenses (aliments azotés, états inflammatoires, traumatismes, etc., etc.). Les excitations faibles ou insuffisantes ne réalisent que des évolutions partielles; *les phases alors se montrent isolément, l'une ou l'autre faisant défaut;* c'est le cas des repas de sucre et d'eau qui précèdent; ces cas n'ont assurément, rien de pathologique. Aussi convient-il de ne pas attribuer une signification pathologique aux valeurs de l'acidité chlorhydrique *avant* de s'être prémuni d'autres raisons que ces valeurs elles-mêmes.

PHYSIOLOGIE. — *Élimination de l'azote aminé chez le chien dépancréaté.* Note (¹) de MM. **H. Labbé** et **L. Violle**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une Note précédente (²) nous avons étudié les perturbations que des ingestions plus ou moins élevées d'acides déterminent chez un chien partiellement dépancréaté. Chez un tel animal il n'était pas non plus sans intérêt de rechercher comment s'effectuent les échanges azotés.

Ce sont les modifications apportées dans l'élimination de l'azote aminé par la suppression presque complète de la glande pancréatique, que nous avons d'abord étudiées.

Pour évaluer dans l'urine les acides aminés (sous forme d'azote aminé), nous avons employé la méthode au formol de Sörensen, associée à une des méthodes habituelles de dosage des sels ammoniacaux urinaires. Ce procédé au formol est passible de certaines critiques. Toutefois, il est suscep-

(¹) Présentée dans la séance du 2 janvier 1912.

(²) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1085.

tible de donner en série des résultats dont la moyenne a une valeur incontestable, les causes d'erreurs étant sensiblement constantes.

Comme dans nos recherches précédentes, les résultats obtenus chez l'animal en expérience sont comparés à ceux que fournissent des témoins placés dans des conditions identiques de vie et d'alimentation. Or, chez le chien normal, l'élimination des acides aminés paraît dépendre surtout de l'alimentation.

Le Tableau ci-dessous montre que la moyenne normale d'élimination des acides aminés par 24 heures, pour une alimentation de 350g de viande maigre, est comprise entre 0g,06 et 0g,07. Cette moyenne repose sur près de 300 observations quotidiennes faites tant antérieurement par l'un de nous qu'avec l'animal témoin vivant à côté du chien dépancréaté :

Animaux normaux.	Poids.	Moyennes. N aminé (par 24h).	Alimentation. Viande maigre.
	kg	g	g
Chien A	7,2	0,053	350
Chien B (1911)	18,9	0,072	450
Chien B (1908)	18,8	0,066	400
Chien n° 2 (témoin)	8,0	0,070	350
Ensemble	10,5	0,065	387

Voici ce qu'on observe, d'autre part, chez le chien dépancréaté :

	Alimentation. Viande maigre.	Moyennes. N aminé (24h).
	g	g
Ensemble de la période	350	0,31
1re partie	350	0,24
2e partie	350	0,43

Ainsi, chez notre animal dépancréaté, l'azote aminé a été éliminé avec un excès journalier moyen de 0g,25, soit 416 pour 100 de la quantité normale. Il semble que ce phénomène progresse avec l'évolution même de l'animal vers la cachexie et la mort. Cette modification des échanges azotés s'accentue beaucoup, en effet, dans la deuxième partie de l'observation où la quantité de N aminé représente environ sept fois la quantité de N aminé éliminée par le témoin normal placé dans des conditions identiques de vie et d'alimentation.

Le rapport de l'azote aminé à l'azote total urinaire est-il semblablement modifié? En d'autres termes, la fraction d'azote aminé entrant dans le total de l'azote excrété est-elle plus considérable qu'à l'état normal?

Les chiffres ci-dessous répondent à la question :

Animaux.		$\frac{\text{N aminé}}{\text{N total}}$.
Témoin normal		0,94 pour 100
Chien dépancréaté :	1[re] partie de la période...	2,22 »
»	2[e] partie » ...	4,00 »
»	Ensemble	3,45 »

La proportion d'azote aminé dans l'azote total est, en moyenne, environ quatre fois plus forte pour l'animal dépancréaté que pour le témoin.

Tout s'est donc passé chez notre sujet comme s'il était en proie à une dyscrasie acide particulière : *Acidose aminée*, bien distincte de l'acidose expérimentale de nos recherches précédentes.

Tandis que le chien témoin, mis à même alimentation, ne laisse passer que des traces d'acides aminés dans son urine, le chien dépancréaté semble impuissant à métaboliser une part notable de ces acides, fournis en quantité semblable par l'alimentation, et élimine cet excès par voie urinaire.

Ces résultats expérimentaux doivent être rapprochés d'une observation de Bergell et Blumenthal (*Pflüg. Arch.*, 1904) où, de la présence de tyrosine notée dans l'urine de chiens dépancréatés, ces auteurs concluent à une altération de la nutrition bien plus considérable chez l'animal dépancréaté que chez le simple inanitié.

Ce trouble massif des échanges azotés décèle donc une altération des processus de désamination à l'aide desquels l'organisme utilise les acides aminés.

Ces constatations expérimentales, directement applicables à la clinique humaine, nous paraissent susceptibles de donner des indications nouvelles sur le rôle joué par les échanges aminés dans les différentes dyscrasies acides, notamment celle qui accompagne les diabètes graves, affections qu'en tout état de cause on a maintes fois proposé de rattacher, anatomiquement et fonctionnellement, à des lésions du pancréas.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Possibilité de conserver à l'état de vie ralentie, pendant un temps indéterminé, la cornée transparente de l'œil humain.* Note de M. **P. Magitot**, présentée par M. A. Dastre.

L'objet de la présente Communication a trait à la possibilité de conserver à la cornée humaine maintenue en dehors de l'organisme, pendant un

temps indéterminé et dans certaines conditions, une vitalité suffisante pour être transplantée sur un autre individu et y vivre pour son propre compte.

La cornée transparente de l'œil est, en effet, parmi les tissus un des plus délicats. Très vite, après la mort ou après l'ablation de l'œil, elle devient vitreuse et son épithélium se desquame. Cependant, des expériences déjà publiées (*Annales d'Oculistique*, 1911) m'ont permis, sur des animaux, de lui conserver ses qualités optiques (la transparence) et après 15 jours de conservation de la transplanter sur un autre animal de même espèce.

Mes tentatives sur l'homme furent conduites de la même manière. Un œil glaucomateux avait dû être enlevé à cause des douleurs intolérables qu'il provoquait. La vision par cet organe était du reste éteinte définitivement depuis plusieurs mois et il était tellement hypertendu que la cornée (par suite de la pression intérieure) était insensible et même opalescente.

L'œil entier, aussitôt l'énucléation faite, fut lavé dans la solution de Locke (sérum artificiel complexe), puis immergé aussitôt, avec tous les soins d'aseptie désirables, dans un flacon contenant du sérum sanguin provenant d'un autre individu. Le récipient fut alors mis sans tarder dans une étuve froide à la température de $+5^\circ$ à $+6^\circ$. Au bout de quelques heures, la pression intérieure de ce globe venant à tomber, la cornée avait repris sa transparence. Cet œil fut conservé ainsi dans d'excellentes conditions pendant *huit jours*.

A cette date, un morceau rectangulaire intéressant la moitié de l'épaisseur de cette cornée fut découpé soigneusement et transporté dans une cavité de mêmes dimensions pratiquée sur la cornée d'un autre malade. Celui-ci avait reçu, plusieurs années auparavant, de la chaux vive à la face et dans l'œil droit. A la suite de cet accident, des lésions corrosives n'avaient pas manqué de se produire et la cornée était devenue opaque dans sa presque totalité. La greffe du tissu conservé 8 jours fut mise en place sans sutures au droit de la pupille. Il en résulta donc une petite fenêtre de 5^{mm} sur 4^{mm} jouant le rôle d'une lucarne transparente pratiquée dans un mur épais. Au bout de 48 heures l'adhérence et la transparence du tissu transplanté étaient parfaites. Or il y a maintenant 7 *mois* que cette transplantation fut effectuée, et non seulement le tissu étranger a été toléré, mais il a gardé sa transparence qui permet au malade une acuité visuelle de $\frac{1}{10}$ de la normale, ce qui est plus que suffisant pour se conduire. Bien plus, la greffe a manifesté d'une manière plus parfaite sa vitalité en résistant au tissu de cicatrice qui s'est reformé autour d'elle et qui la limite sans empiéter sur ses bords.

Il résulte donc que chez l'homme comme chez les animaux, la survie de la cornée est parfaitement possible. Pour obtenir ce maintien à l'état de vie ralentie, deux conditions sont nécessaires :

1° Il faut un milieu approprié, constitué par le sérum hémolysé d'un individu de même espèce. L'hémolyse doit être obtenue par des moyens

purement physiques (chute brusque de température en recueillant le sang chaud dans un récipient refroidi par de la glace);

2° Il faut une température faible, mais pas trop basse. La température optima est comprise entre $+4°$ et $+7°$. Elle doit être constante, et ses variations, surtout celles au-dessus de $+7°$, sont nuisibles.

A l'intérêt biologique de la survie possible d'un tissu aussi délicat que la cornée, peut donc s'ajouter un intérêt pratique pour l'homme.

Les transplantations de cornée entre espèces différentes (chien, lapin, etc., sur l'homme), ne sont pas en effet réalisables, le lambeau greffé ne tardant pas à se troubler. La conservation permet donc de recueillir le matériel nécessaire à la transplantation et de le mettre en réserve jusqu'au moment opportun choisi pour l'opération. Il devient donc dès lors possible de rendre la vision dans une proportion déterminée à certains individus atteints de cécité.

PHYSIOLOGIE. — *Relations entre l'arachnolysine et les organes génitaux femelles des Araignées* (Épeirides). Note de M. **Robert Lévy**, présentée par M. A. Dastre.

La présence d'une toxine hémolytique dans les macérations d'*Epeira diademata* Clerck (= *diadema* Walck.) fut signalée pour la première fois par Kobert. Cette toxine, extraite du corps entier de l'Épeire, fut étudiée par H. Sachs et par Belonowski. H. Sachs la nomma *arachnolysine*.

J'ai retrouvé l'arachnolysine dans les œufs d'*Epeira diademata* Clerck, d'*Epeira cornuta* Clerck, d'*Epeira umbratica* Clerck, d'*Epeira redii* Scop. et d'une autre Épeiride : *Zilla x-notata* Clerck.

Les expériences relatées ici furent faites dans le but de rechercher s'il n'y avait pas une corrélation entre l'existence du pouvoir hémolytique et le développement des organes génitaux femelles.

Je me suis servi, comme réactif, du sang de bœuf, qui est sensible à l'arachnolysine; les globules étaient lavés.

Première série d'expériences. — Je fis des macérations, à l'eau physiologique, d'araignées venant de pondre. La plupart de ces extraits se montrèrent entièrement dépourvus de pouvoir hémolytique. Quelques autres manifestèrent une action hémolytique extrêmement faible et enfin un très petit nombre de macérations hémolysèrent assez fortement. Toutefois, même dans ces derniers cas, le pouvoir hémolytique total de l'araignée était incomparablement plus faible que celui de la ponte correspondante.

Deuxième série d'expériences. — Je disséquai des araignées avant la ponte, à des états plus ou moins proches de celle-ci, et j'essayai séparément les macérations faites d'une part avec les ovules et d'autre part avec tout le reste de l'animal. Ces dissections, déjà délicates quand les ovules étaient peu avancés, devenaient très difficiles quand les ovules étaient mûrs et généralement quelques ovules crevés se mêlaient au reste.

Malgré cela, dans le cas d'ovules avancés, le lot d'ovules montra toujours un pouvoir hémolytique très supérieur à celui du reste, qui fut même parfois dépourvu de toute action.

Moins les ovules étaient avancés, plus leur teneur en hémolysine était faible, que l'on examinât d'ailleurs des lots d'ovules comparables en nombre ou en poids.

Troisième série d'expériences. — J'étudiai le pouvoir hémolytique de jeunes araignées à des âges divers.

A l'éclosion, l'abdomen de la jeune Épeiride a à peu près l'aspect de l'œuf et contient encore une forte quantité de vitellus. Peu à peu ce vitellus diminue et disparaît, l'abdomen prend une forme moins renflée et se pigmente.

J'élevai des pontes dans des tubes et je fis de temps en temps des essais avec des lots de jeunes araignées.

Les araignées fraîchement écloses me donnèrent une hémolyse immédiate et, au moyen de dilutions, je reconnus que leur teneur en arachnolysine était sensiblement égale à celle des œufs. Plus tard, le pouvoir hémolytique se montra moins fort et il finit par disparaître au moment où l'abdomen avait tout à fait perdu son aspect embryonnaire et où étaient apparus les grands traits de la pigmentation définitive.

Toutefois ces jeunes étaient élevées en captivité ; il fallait contrôler par des essais faits sur de jeunes araignées prises en liberté. C'est ce que je fis et les résultats furent concordants.

Des macérations faites avec des araignées femelles d'âges divers, depuis ce très jeune âge jusqu'au moment où les organes génitaux commencent à se développer, furent toutes inactives.

Toutes les expériences rapportées jusqu'ici furent faites à la fois sur *Epeira diademata*, *Epeira cornuta* et *Zilla x-notata*.

Quatrième série d'expériences. — Je fis des macérations avec les quelques mâles que je pus me procurer, à savoir : un jeune mâle de *Zilla x-notata*, un jeune mâle d'*Epeira umbratica*, un mâle adulte de la même espèce et trois mâles adultes d'*Epeira cornuta*. Ils se montrèrent tous dépourvus d'arachnolysine.

Les conclusions de ces expériences sont les suivantes :

1° Les Épeires adultes femelles seules contiennent de l'arachnolysine.

2° Le pouvoir hémolytique total de l'Épeire est en rapport direct avec l'état de développement des organes génitaux.

3° L'arachnolysine se localise dans les organes génitaux (cela sans pré-

juger du lieu de son élaboration); elle est éliminée en totalité ou en presque totalité par la ponte.

4° La jeune araignée contient l'arachnolysine de l'œuf qui lui donne naissance. La toxine disparaît au cours de l'évolution de l'araignée et celle-ci en reste dépourvue jusqu'au moment où les organes génitaux se développent.

Ces résultats sont d'abord à rapprocher des faits acquis sur le passage de toxines dans l'ovaire et les œufs, notamment chez la Vipère et l'Abeille (Phisalix), chez la Poule intoxiquée par le régime carnivore (Houssay) et chez les Poissons.

Il faut encore les rapprocher des travaux de Phisalix [1] sur les Crapauds femelles. Au moment du frai, les toxines normalement sécrétées par les glandes cutanées se localisent dans l'ovaire et passent dans la ponte; elles disparaissent ensuite au cours du développement du têtard. Les faits rapportés ici sont analogues, avec cette différence qu'en dehors de la période d'activité de l'ovaire, nous ne voyons pas, pour le moment, de production ni d'élimination de la toxine.

Il semble enfin y avoir coïncidence entre la présence de l'arachnolysine et celle du vitellus de l'œuf. On peut penser peut-être que, dans l'hémolyse par l'arachnolysine, il y a intervention de ces substances vitellines qui tiennent une place si importante dans les hémolyses par les venins et qui, d'après des expériences récentes [2], jouent même dans ces phénomènes un rôle fondamental.

PHYSIOLOGIE. — *Intoxications venimeuses et intoxication protéique.* Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. A. Dastre.

Dans mes études antérieures sur la séro-anaphylaxie du lapin, j'ai décrit les accidents locaux ou généraux, primitifs ou tardifs engendrés par injections de liqueurs protéiques chez des lapins préparés par injections préalables de liquides albumineux. Les accidents de la réaction anaphylactique du lapin sont : 1° des accidents locaux, infiltrations, dégénérescences caséeuses, gangrènes; 2° des accidents généraux précoces, chute de pression, accélération respiratoire, diminution de la coagulabilité du sang;

(1) C. Phisalix, *Comptes rendus*, t. 137, 14 décembre 1903, p. 1082.

(2) C. Delezenne et Mlle Ledebt, *Comptes rendus*, t. 153, 3 juillet 1911, p. 81.

3° des accidents tardifs de cachexie; ces divers accidents constituent la réaction anaphylactique du lapin, connue sous le nom de *phénomène d'Arthus*. J'ai établi que ces accidents sont les manifestations de l'intoxication protéique du lapin.

Or, dans les intoxications par venins de serpents, on peut retrouver la plupart des accidents de l'intoxication protéique; et il est telle envenimation, celle par venin de *Crotalus adamanteus* par exemple, qui ressemble presque point par point à l'intoxication protéique. Le venin de *Crotalus adamanteus*, injecté sous la peau, y provoque des œdèmes, des infiltrations caséeuses et des nécroses qui ressemblent infiniment aux réactions locales d'anaphylaxie. Le venin de *Crotalus adamanteus*, injecté dans les veines du lapin, provoque : une chute de pression artérielle qui rappelle la chute anaphylactique par sa précocité, par sa brusquerie, par sa grandeur et par sa durée; une accélération respiratoire toujours très nette, souvent considérable, et alors analogue à la polypnée anaphylactique; une diminution très importante de la coagulabilité du sang.

Sans doute, toutes les envenimations ne ressemblent pas autant que la crotalisation adamantine à une intoxication protéique, mais pourtant, dans toutes, on peut reconnaître, soit directement, soit à l'aide d'artifices expérimentaux, les indices tout au moins des phénomènes essentiels de l'intoxication protéique, les éléments du *phénomène d'Arthus;* et, entre l'envenimation la plus différente en apparence de l'intoxication protéique typique et cette intoxication protéique, on peut trouver une série d'intermédiaires qui permettent de passer de l'une à l'autre par degrés insensibles.

Cette conception constitue un guide précieux pour les études sur l'intoxication protéique et sur les envenimations, car elle permet de prévoir la généralisation de faits observés pour l'un ou pour l'autre de ces groupes de phénomènes. Et voici des exemples :

En soumettant un lapin à la préparation anaphylactique, on le sensibilise à l'action toxique des substances albumineuses, et, comme on le sait, la réaction pour le lapin tout au moins n'est pas spécifique. Si ma conception est exacte, on peut prévoir que le lapin anaphylactisé par liqueurs albumineuses sera sensibilisé à l'action des venins; et, de fait, le lapin séro-anaphylactisé présente une réaction plus intense que le lapin neuf quand on injecte dans ses veines du venin de cobra : au lieu de relever une chute légère de la pression et une accélération modérée de la respiration, on note une chute profonde de la pression et une respiration polypnéique, tout comme dans la crotalisation, à tel point qu'on ne saurait souvent reconnaître de différence entre les accidents primaires de la crotalisation du lapin neuf et les accidents primaires de la cobraïsation ou de la réaction anaphylactique des lapins anaphylactisés.

Si ma conception est exacte, on peut prévoir que le lapin qui a reçu des injections de venin, venin de cobra, venin de crotale, etc., à dose non mortelle, présentera, après une période d'incubation, la réaction d'intoxication protéique quand il recevra une injection d'une liqueur albumineuse quelconque; et, de fait, on note, chez de tels lapins, des accidents locaux à la suite d'injection sous-cutanée de sérum de cheval et des accidents généraux de dépression, de polypnée et de diminution de la coagulabilité du sang, à la suite de l'injection intraveineuse du même sérum.

Cette conception permet de faire plus encore: elle permet de distinguer, dans certaines envenimations, deux groupes de faits distincts. Le lapin anaphylactisé est hypersensible à l'action du venin de cobra, comme je l'ai dit, mais son hypersensibilité n'est pas totale : les accidents primaires de l'intoxication cobraïque sont plus accentués chez l'anaphylactisé que chez le lapin neuf; les accidents de curarisation, par contre, ne sont pas modifiés. Il semble donc que le venin de cobra soit un poison double, poison albumineux et poison curarisant: poison albumineux, il participe aux propriétés générales de tous les venins de serpents, dont plusieurs sont exclusivement des poisons albumineux, et aux propriétés générales des protéines toxiques; poison curarisant, il représente un type un peu spécial auquel se rattachent les venins de *Najà bungarus*, de *Bungarus cœruleus*, d'*Hoplocephalus curtus* et de *Pseudechis porphyriacus*.

La salive humaine n'est pas toxique pour le lapin neuf; chez le lapin anaphylactisé soit par injections de salive, soit par injections de sérum, elle provoque des accidents, d'ailleurs légers, d'intoxication protéique; c'est donc qu'elle ne diffère pas essentiellement des salives venimeuses des serpents: qualitativement, elle leur est très comparable (au moins est-elle comparable aux venins albumineux purs); quantitativement, elle est moins active au moins vis-à-vis des lapins et dans les conditions que j'ai jusqu'ici réalisées.

L'intoxication protéique est, comme on sait, une intoxication polymorphe: ses manifestations diffèrent selon la voie d'introduction de l'albumine toxique, selon l'espèce de l'animal en expérience, selon que cet animal est neuf ou a été anaphylactisé. Si ma conception est juste, on peut prévoir que les envenimations sont des intoxications polymorphes, leurs manifestations différant selon la voie d'introduction du venin, selon l'espèce animale traitée, selon que l'inoculation du venin a été ou n'a pas été précédée d'autres inoculations, une phase d'anaphylaxie précédant la phase d'immunisation. Et, de fait, les expériences que je poursuis actuellement montrent le bien-fondé de ces prévisions.

ZOOLOGIE. — *Sur le cycle évolutif du Spiroptère du Chien.* Note de M. **L.-G. Seurat**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons décrit, en juillet 1910, une larve de Spiroptère qui se montre répandue avec une profusion extraordinaire dans toute la région des Hauts Plateaux steppiens de l'Algérie : on aura une idée de cette abondance en songeant qu'un seul individu d'*Ateuchus sacer* L. des environs de Boghari a fourni 4948 larves parasites à M. Maupas, qui a eu la rare patience de les isoler et de les compter.

Ces Nématodes vivent encapsulés dans des excroissances de l'épithélium des trachées, excroissances qui sont comparables aux galles des végétaux; dans ces galles, on trouve des larves de deux tailles différentes, les plus petites mesurant 940^{μ}-1550^{μ} de longueur, les plus grandes, de 3000^{μ} à 4250^{μ}; il existe, en outre, entre elles une différence dans la longueur de la cavité buccale qui, très allongée et très étroite mesure 100^{μ} chez les premières, tandis qu'elle n'atteint que 40^{μ} chez les secondes. Cette différence dans la taille et la longueur de la cavité buccale est due à ce que ces larves sont à deux âges différents, séparés par une *mue*. D'ailleurs, les larves les plus jeunes ont déjà effectué une mue, comme l'a vérifié M. Maupas, en faisant éclater avec précaution des capsules fraîches entre deux lamelles : de toutes ces capsules est sortie, en même temps que la larve, une dépouille exuviale très bien conservée, mesurant de 800^{μ} à 820^{μ}; des capsules à larves multiples (jusqu'à 7 de celles-ci), il sort autant de dépouilles que de larves. Les plus jeunes sont donc au *second stade*, les plus grandes au *troisième stade*.

Ce Spiroptère est intéressant par son abondance inouïe dans l'hôte, en l'espèce un Coléoptère coprophage et surtout par la diversité de son habitat : je l'ai trouvé, en effet, non seulement chez plusieurs autres Coprophages, mais encore chez des Batraciens (Crapaud), des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères (Hérisson, Macroscélide, Chauve-Souris).

La grande ressemblance de notre larve avec celle du Spiroptère de la Souris décrite par Leuckart pouvait laisser penser qu'on se trouvait en présence de celle-ci; mais les Rats et Souris de ces régions ne m'ont jamais donné le *Spiroptera obtusa* Rud.; une seule fois, j'ai trouvé dans le cæcum d'une Souris (Bou Saâda) une larve libre, certainement égarée. La méthode expérimentale a confirmé ces résultats : des capsules contenant des larves ont été introduites dans l'œsophage de plusieurs Souris blanches et retrouvées à l'autopsie, réencapsulées à la surface du foie, dans le mésentère et dans la paroi dn cæcum, sans avoir subi aucune évolution.

Les observations que nous avons faites nous ont montré qu'il ne fallait pas espérer trouver l'hôte définitif parmi les animaux, tels que le Hérisson, dans lesquels la larve vit encapsulée. Nous sommes arrivé rapidement à

nous convaincre que la forme adulte devait être cherchée dans le Chien et n'était autre que le *Spirura sanguinolenta* Rud. L'autopsie de plusieurs Chiens de la région des Hauts Plateaux, où pullulent les hôtes les plus divers infestés de larves (par exemple les poules), ne nous a jamais permis de constater la présence de larves encapsulées, mais, par contre, celle, *constante*, de kystes à Spiroptères, soit sur les parois de l'œsophage, soit sur celles de l'aorte. Il était indispensable d'appuyer cette conviction sur une expérience d'infestation directe; ce sont les résultats de celle-ci que nous allons faire connaître.

Dans le courant du mois d'octobre dernier nous avons, à plusieurs reprises, infesté un jeune Chien en lui faisant absorber des larves mêlées à ses aliments; le sujet fut laissé tranquille du 25 octobre au 18 novembre; à cette dernière date, je lui donnais quelques capsules, renfermant la larve du troisième stade, prélevées sur un Hérisson; le Chien, ayant été maintenu à l'écart de toute autre voie d'infestation, fut sacrifié le 20 décembre. A l'autopsie, nous avons trouvé l'œsophage et l'estomac indemnes; par contre, l'aorte, depuis son origine jusqu'au diaphragme, était couverte d'une vingtaine de capsules à Spiroptères, dont la plus grosse mesurait 17^{mm} de longueur sur 10^{mm} de hauteur. Les capsules les plus petites, de 3^{mm} environ de diamètre, contenaient des larves encore peu avancées dans leur évolution, provenant de l'infestation du 18 novembre; les plus grandes contenaient des larves très évoluées et même des adultes. Ce sont ces divers états qui vont nous permettre de compléter l'histoire du Spiroptère du Chien.

a. La larve la plus jeune mesure 7^{mm},2 de longueur et a la couleur sanguinolente caractéristique de l'adulte, mais la conformation des extrémités antérieure et postérieure permet de reconnaître qu'elle est encore au troisième stade. Le grand intérêt de cette forme est qu'elle a été prise précisément au moment où elle allait effectuer sa troisième mue et passer au quatrième stade; l'examen de la région antérieure montre en effet que la cavité buccale du troisième stade, remarquable par sa gracilité (58$^{\mu}$ de longueur sur 12$^{\mu}$ de largeur), à parois minces, est emboîtée dans une cavité buccale plus large (30$^{\mu}$) et plus courte (50$^{\mu}$), à parois épaisses, présentant vers son tiers antérieur une petite dent triangulaire, cette conformation du vestibule caractérisant la larve du quatrième stade.

L'examen de la région postérieure est non moins instructif: sous la cuticule ancienne on en observe une nouvelle; la forme de la queue, discernable par transparence, s'est modifiée : elle est terminée par un petit bouton arrondi à surface lisse, tandis que chez les larves des deuxième et troisième stades elle présente à son extrémité un petit bouton couvert de pointes.

b. Les larves du quatrième stade sont les plus communes dans les capsules et à des degrés divers d'évolution; à côté d'elles on retrouve la dépouille de la troisième mue; deux particularités sont à signaler dans leur organisation interne : la réduction de la longueur relative de l'œsophage et l'apparition des organes génitaux.

c. *La quatrième et dernière mue* se produit très tardivement : chez la femelle, elle n'a lieu que lorsque la larve du quatrième stade a atteint une longueur de 30^{mm} environ. Chez ces dernières, observées ainsi au moment où elles vont muer, on retrouve le même emboîtement des cavités buccales signalé plus haut : la cavité buccale du quatrième stade est logée, en partie, dans un vestibule de même forme, mais plus court, plus large et plus évasé au sommet, qui est celui de l'adulte.

Le Spiroptère du Chien présente donc dans son évolution les quatre mues caractéristiques du dévelopement des Nématodes; la jeune larve issue de l'œuf, de 130^{μ} de longueur, pénètre dans l'un de ses nombreux hôtes, s'y encapsule, subit une première mue et passe au second stade; une deuxième mue à l'intérieur des capsules donne la larve du troisième stade; cette dernière, très résistante, ne continue son évolution que dans le Chien, où elle subit les troisième et quatrième mues.

Les Chiens arabes, toujours affamés, s'infestent peut-être par les Coprophages, mais surtout par les Poules, les Hérissons, les Lézards, etc.

Les faits exposés dans cette Note montrent qu'il est impossible de conserver l'assertion émise par Grassi en 1888, d'après laquelle la larve du Spiroptère du Chien vivrait encapsulé dans l'abdomen de la Blatte orientale; les larves encapsulées de cet Orthoptère représentent d'ailleurs un stade évolutif d'un autre Spiroptère, le *Spirura talpæ* Gmel.

ZOOLOGIE. — *Sur la présence en France et sur la biologie de la Teigne des Pommes de terre* (Phtorimæa operculella *Zett.*). Note de M. F. **Picard**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le genre *Phtorimœa* Meyrick, très voisin de *Gelechia* Hb., renferme une espèce, *P. operculella* Zett. (*solanella* Boisd.), dont la chenille vit en mineuse dans les organes de diverses Solanées. Elle occasionne de grands dégâts dans les cultures de Pommes de terre de plusieurs régions du globe, notamment aux États-Unis, où elle fut étudiée par Howard, Warren, T. Clarke, etc., en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Algérie où Ragonot

la trouva en 1875, et enfin en Portugal où sa présence vient d'être constatée. L'insecte est donc cosmopolite et il était à prévoir que la France n'en resterait pas longtemps indemne.

Dès 1906, Lafont (1) le signala dans le Var, à la Môle, près de Cogolin, et c'est dans la même région que j'ai pu le retrouver récemment, avec l'aide de M. Sénéquier, professeur d'Agriculture, et constater l'extension de son aire de répartition. Actuellement la Teigne des Pommes de terre existe dans la partie du versant méridional de la chaîne des Maures qui s'étend depuis la commune de la Lande, à l'est d'Hyères, jusqu'à la Môle, dans l'arrondissement de Draguignan. Collobrières et le versant Nord du massif ne sont pas contaminés. La région la plus atteinte est celle de Bormes où il m'a été impossible en décembre de voir une seule Pomme de terre saine. C'est en 1902 que les cultivateurs de cette commune ont remarqué pour la première fois la présence de la Teigne et, par la suite, les dégâts n'ont pas cessé de s'accroître chaque année. Ils attribuent l'introduction de l'insecte à des achats de Pommes de terre allemandes, ce qui est inexact, *Phtorimæa operculella* n'ayant jamais été observée dans l'Europe centrale ni septentrionale.

La Teigne des Pommes de terre a plusieurs générations annuelles. Ses chenilles d'été minent les feuilles, celles d'automne et d'hiver creusent des galeries dans les tubercules conservés en magasin. Leurs excréments et les moisissures qu'elles contribuent à propager communiquent aux tubercules une odeur infecte qui les fait refuser même par les bestiaux. Ces Champignons n'ont rien de spécifique et le plus commun dans mes élevages était, d'après Foex et Arnaud, le *Styzanus stemonitis* qui vit sur les milieux les plus variés.

Si l'on en croit les auteurs américains, *Phtorimæa operculella* ne pondrait en Californie qu'une vingtaine d'œufs. Ce nombre est beaucoup trop faible. Un couple isolé dès l'éclosion m'a fourni 77 œufs sur un seul tubercule; un autre, dans les mêmes conditions, m'en a donné 76. Les femelles disséquées vierges montrent deux ovaires à quatre gaines repliées en S et légèrement tordues. Chaque gaine renferme une file d'environ 25 œufs ce qui porte à 200 leur nombre total. La ponte ne paraît cependant jamais intéresser la masse entière des œufs et les femelles ouvertes après leur mort en présentent encore un grand nombre en dégénérescence dans les tubes ovariens.

Les œufs sont presque toujours déposés au niveau des yeux de la Pomme de terre, dans les fossettes d'où partent les bourgeons. Sur plusieurs centaines d'œufs examinés, trois seulement furent trouvés à la surface de la Pomme de terre, loin des yeux. Ces œufs, d'un demi-millimètre de long, de forme ovale, sont d'un blanc nacré devenant gris plombé au bout d'une douzaine de jours, ce qui représente, en automne et dans le midi, le temps nécessaire à l'éclosion. La larve sort en découpant une rondelle dans la coque de l'œuf et s'enfonce rapidement dans le tubercule dès qu'elle rencontre sur

(1) F. Lafont, *Un ennemi de la Pomme de terre* (*Progrès agricole et viticole*, Montpellier, 1906).

sa route un bourgeon ou une fissure de l'écorce ; elle paraît en effet ne pouvoir percer celle-ci qu'avec une certaine difficulté.

La nymphose s'opère dans un cocon de soie blanc recouvert de débris et d'excréments, disposé toujours à l'extérieur, soit sur les Pommes de terre, soit beaucoup plus loin, dans les fentes des murailles ou les recoins des celliers, les larves, au moment de se chrysalider, devenant très vagabondes. Le Papillon, qui vit environ trois semaines, paraît doué de phototropisme négatif; sa trompe est assez développée et fonctionnelle car, en captivité, il accepte avidement l'eau sucrée. Les générations chevauchent les unes sur les autres et l'on trouve en toute saison et en même temps des adultes, des chrysalides et des chenilles.

Le seul remède efficace paraît être la désinfection au sulfure de carbone, pratiquée, si possible, dès l'arrachage et plusieurs fois de suite à quelques jours de distance, les larves enfouies dans le tubercule résistant à l'asphyxie. Il faut désinfecter le magasin tout entier pour détruire les chrysalides et les Papillons qui s'y trouvent. L'habitude, dans le Var, de choisir par économie les Pommes de terre parasitées pour les planter doit être abandonnée.

Il n'est pas certain que la Teigne des Pommes de terre ne puisse envahir la France tempérée et causer ainsi de vrais désastres: sa présence en Nouvelle-Zélande semble indiquer qu'elle peut s'adapter aux climats froids. Je tiens de M. de Joannis, qui m'a donné de précieux renseignements bibliographiques, que deux papillons de cette espèce ont été déjà capturés aux environs de Paris. Les primeurs cultivées à Bormes et dans la région présentent, il est vrai, moins de dangers de contagion qu'il ne semble tout d'abord, car elles sont rarement expédiées plus loin qu'Hyères et Toulon et sont presque toujours consommées le jour de l'arrachage. Une petite quantité vient cependant parfois sur le marché de Paris et constitue une menace avec laquelle il faut compter.

La Pomme de terre n'est, en France du moins, parasitée par aucun insecte dont les dégâts puissent être comparés à ceux de ce Lépidoptère. Les cultures de Tabac, attaquées en Amérique, peuvent être envahies chez nous, ainsi que les autres Solanées cultivées, l'Aubergine et la Tomate. Par bonheur, ce fléau n'est que menaçant; localisé dans une aire fort étroite de notre pays, il disparaîtra sans nul doute à la suite des mesures salutaires que prépare l'Administration.

ZOOLOGIE. — *Sur la torsion des* Lernæidæ *et les affinités du genre* Sphyrion (*Cuvier*) *et* Hepatophylus (*n. g.*) Note de **M. A. Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

Les *Lernæidæ* sont profondément enfoncés dans l'hôte par leur région antérieure, tandis que leur région postérieure flotte librement dans l'eau. La résistance qu'oppose celle-ci au déplacement de l'hôte ou la vitesse qu'elle possède en traversant les branchies modifie la morphologie primitive du parasite. Dans le premier cas, la région postérieure de l'animal devient parallèle au poisson et, dans le second, le parasite s'incurve quand il atteint les parois de la cavité branchiale. La forme peut alors varier, dans une même espèce, avec la position de l'arc branchial parasite et celle du parasite sur cet arc. L'observation montre qu'il en est ainsi, en particulier, pour *Lernæa branchialis* de *Gadus morrhua*. On observe en outre, dans l'un et l'autre cas, une torsion très nette du parasite autour de son axe longitudinal.

Cette torsion est le résultat du mode de fixation du parasite, des habitudes de l'hôte et de l'action mécanique du milieu externe.

Or l'orientation d'un parasite sur son hôte est constante pour une espèce donnée. Si donc on considère un parasite P fixé dans les téguments d'un hôte déterminé de telle sorte que sa face supérieure soit la face dorsale, un parasite P' de même espèce dont la position sur ce même hôte sera symétrique de celle de P aura également pour face supérieure sa face dorsale; mais son côté gauche et son côté droit correspondront respectivement aux côtés droit et gauche de P. Il en résulte que si l'influence du milieu a fait subir au parasite P une torsion amenant en $A_1 B_1$ deux de ses points A et B placés primitivement sur sa face dorsale et dans son plan de symétrie, le parasite P' présentera deux points A'_1 et B'_1 symétriques de A_1 et de B_1 par rapport à l'hôte. La torsion sera donc chez ces deux parasites égale et de sens contraire.

Par définition, cette torsion sera directe ou inverse selon qu'elle se fera dorsalement de la gauche à la droite du parasite et d'avant en arrière ou en sens contraire. Elle est mesurée par l'angle compris entre les rayons menés par les projections, dans un même cercle, des orifices buccal et anal.

Des observations précises, résumées ci-après, confirment ces considérations théoriques.

I. *Penella dodiontis,*	côté gauche du *Dodion*, torsion inverse de 135°.	
Id.	côté droit du même, torsion directe de 135°.	
II. *Lernœnicus sprattœ*,	œil gauche d'*Alosa sardina*, torsion directe de 40°.	
Id.	œil droit d'*Alosa sardina*, torsion inverse de 40°.	
III. *Lernœa branchialis*,	1er arc branchial gauche, torsion inverse de 45°.	
Sur *Gadus morrhua*,	1er arc branchial droit, torsion directe de 45°.	

Mais la torsion paraît avoir d'ailleurs, en systématique, un rôle important. Elle permet de séparer nettement les *Lernœidœ* des *Chondracanthidœ* et de ranger parmi les premiers un genre aberrant, le genre *Sphyrion* (Cuvier), classé jusqu'ici parmi les seconds.

La découverte du genre *Hepatophylus* (n. g.), représenté par une seule espèce *H. Bouvieri* (n. s.), relie très nettement, d'autre part, le genre *Sphyrion* aux *Lernœidœ*. Ce parasite est fixé en arrière de la nageoire dorsale d'un *Macrurus*. Il ne laisse en dehors de son hôte que le segment génital avec les deux touffes d'appendices cylindriques qu'il porte de part et d'autre d'un abdomen rudimentaire. Cette région est donc à peu près identique à celle d'un *Sphyrion*. Mais, au cou grêle et noduleux, enfoncé dans l'hôte, fait suite une région céphalique cylindrique, à bouche terminale, à cornes postérieures, plongeant entièrement dans le foie du poisson. La région céphalique a donc des caractères lernéens très nets.

La torsion peut aussi fournir des caractères très précis, quand on connaît la position exacte du parasite sur l'hôte.

C'est ainsi que dans le genre *Penella*, une nouvelle espèce, *P. Liouvillei*, provenant de la seconde *Mission Charcot*, et capturée sur un exocet, diffère de *P. exocœti* (Holten), non seulement par une région céphalique beaucoup plus vigoureuse et par des cornes latérales bifurquées, mais encore par une torsion de sens contraire. Celle-ci est directe pour la première et inverse pour la seconde, bien que les deux parasites observés fussent fixés tous deux sur le côté gauche de leur hôte.

Alors même que le sens de la torsion ne pourrait fournir un caractère précis, lorsqu'on se trouve par exemple en présence de parasites détachés de leur hôte, l'angle de torsion peut contribuer à une diagnose précise. Il en est ainsi, par exemple, pour le genre *Sphyrion*. Une nouvelle espèce, *S. Delagei*, caractérisée d'ailleurs par la forme élégante de son marteau, présente une torsion directe de 45°, alors que celle-ci, de sens contraire, mesure 90° chez *S. australicus* (Thor) et *S. lœvigatum* (Cuvier).

En résumé, la torsion est un facteur biologique qui dépend à la fois du parasite, de l'hôte et du milieu. Elle caractérise la plupart des *Lernœidœ* et

peut fournir des caractères spécifiques très précis. Mais de nouvelles études, basées sur l'observation de parasites en place sur leur hôte, seront nécessaires pour en préciser l'importance.

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur la ligne d'étapes de la colonne Moinier entre Fez et la côte atlantique (Maroc).* Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. H. Douvillé.

J'ai pu, l'été dernier, au moment de la marche sur Fez, étudier avec soin la ligne d'étapes du général Moinier. Parties de Rabat, nos troupes ont suivi le chemin habituel par la plaine des Beni Ahsan, contournant d'abord au Nord, traversant ensuite le massif du Zerhoun, pour atteindre Fez par la plaine de Saïs. Le retour de la colonne s'est effectué jusqu'à Meknès par les Beni Mtir, puis à travers le plateau des Zemmour jusqu'à la côte atlantique (¹).

Les itinéraires se développent en grande partie sur les dépôts néogènes du détroit Sud-Rifain, chez les Beni Ahsan, les Beni Mtir et les Zemmour, tandis que le Djebel Zerhoun et la bordure méridionale des Beni Mtir à Kasbat el Hajeb sont d'âge secondaire.

1. *Secondaire.* — Les dépôts les plus anciens que j'aie rencontrés se trouvent à Nzala Oudaïa, sur la rive droite de l'Oued Mekkès. Ils sont composés de couches rouges, poudingues, grès, argiles gréseuses avec bancs de sel gemme exploité par les indigènes et lits de gypse, qui représentent le Trias gypseux ; les assises inférieures de poudingues et de grès rouges pourraient appartenir au Permien.

Le Djebel Zerhoun constitue un massif elliptique jurassique émergeant de dépôts miocènes et sillonné de l'Est à l'Ouest par une importante vallée qui sépare deux crêtes rocheuses : celle d'El Harrouchi au Nord, celle du Djebel Kannoufa au Sud. On y rencontre :

a. Les calcaires massifs du Kannoufa et de la Zaouïa Moulaï Idris, d'une centaine de mètres d'épaisseur, surmontés de marnes calcaires avec tronçons de Bélemnites et de bivalves toarciens. Cet ensemble représente le Lias.

b. Au-dessus se montrent des argiles schisteuses avec lits de grès du Jurassique moyen, de plus de 100^{m} de puissance.

(¹) Je prie M. le général Moinier et son État-Major ainsi que les chefs de colonne, les généraux Dalbiez et Ditte, les colonels Brulard et Gouraud, et l'escadron du 1ᵉʳ Chasseurs d'Afrique qui m'a donné l'hospitalité, d'agréer l'expression de ma gratitude pour l'accueil si cordial qui m'a été fait.

c. Enfin une série du Jurassique supérieur, de 60^{m} environ, est formée de calcaires entremêlés de lits marneux et de dolomies blanches qui affleurent sur le flanc septentrional du massif et le long de la crête d'El Harrouchi. L'assise supérieure se retrouve au Nord-Ouest du Zerhoun dans le Djebel Tselfat, puis, au Sud, dans la plaine des Beni Mtir à Kasbat el Hajeb.

2. *Néogène*. — Les sédiments néogènes qui s'étalent entre Fez et la côte atlantique, dans le R'arb aussi bien que chez les Beni Mtir et les Zemmour, appartiennent, ainsi que je l'ai signalé en 1909, aux dépôts du détroit Sud-Rifain ; ils sont synchroniques de ceux que j'ai étudiés dans la vallée de la Mlouya au cours de la campagne du général Toutée (¹).

Les argiles épaisses du R'arb surmontées de grés sableux et de poudingues du deuxième étage méditerranéen, se retrouvent dans la plaine des Beni Mtir et chez les Zemmour. Ils sont recouverts, au Nord du Zerhoun, par les marnes et les calcaires marneux blancs du Miocène supérieur. C'est aux argiles vindoboniennes qu'il faut attribuer l'origine marécageuse de toute la plaine des Beni Ahsan, notamment de la région de Lalla Ito.

J'avais dû jusqu'ici me borner, pour la détermination de cet étage miocène, à la présence de l'*Ostrea crassissima* que j'avais trouvée en plusieurs points au Nord du Zerhoun : la découverte de deux faunules est venue confirmer de façon décisive mes observations antérieures.

Fez se trouve située au bord de la plaine de Saïs qui domine la vallée de l'Oued Sebou. De ce côté les marnes et grès du deuxième étage méditerranéen sont légèrement redressés sur les calcaires jurassiques du Djebel Zalar'. J'ai recueilli entre ce massif et la ville, à la limite des argiles et des grès, une faune de petits Pectinidés du genre *Æquipecten*, voisins de l'*Æquipecten opercularis*, variété du Miocène de Turin décrite par M. Sacco sous le nom de *sexdecimcostatus*, *Æq. multiscabrellus* Sacco, espèce des collines de Turin remarquable par la finesse et le nombre élevé de ses côtes.

Entre Meknès et la côte atlantique, chez les Zemmour, j'ai trouvé une autre faunule dans des conditions de gisement tout à fait identiques près de Souq el Arba ez Zemmouri, dans la coupure de l'Oued Behts. Au sommet d'un mamelon argilo-gréseux (dégagé par le colonel Gouraud au combat de Souq el Arba et que je désignerai sous le nom de sommet Gouraud) j'ai recueilli *Flabellipecten fraterculus* Sacco (= *Pecten Vindascinus* Font.), *Æquipecten* du groupe *scabrellus* (probablement forme ancestrale du *P. sarmenticius* du Sahélien d'Oran et du *P. scabrellus* du Pliocène), *Æquipecten* du groupe *opercularis* Lamk., var. *sexdecimcostatus* Sacco.

Les deux faunes précédentes sont synchroniques; leur âge ne peut laisser de doute, elles caractérisent le Vindobonien. Il est d'ailleurs impossible de préciser et de dire s'il s'agit de l'Helvétien ou du Tortonien, comme cela a

(¹) *Comptes rendus*, t. 152, juin 1911, p. 1715.

lieu le plus souvent avec le faciès argilo-gréseux classique du deuxième étage méditerranéen dans l'Afrique du Nord.

Je n'ai rien de nouveau à dire sur les dépôts sahéliens qui surmontent le Vindobonien et que j'ai touchés en un point, au camp Petitjean. Quant aux sables plaisanciens de la côte, ils s'étendent à l'intérieur sous la forêt de Mamora et sur le plateau des Zemmour, prenant parfois de ce côté l'aspect de dunes.

Tectonique. — Au point de vue tectonique, l'allure des couches secondaires des régions qui nous occupent est fort instructive.

Le Jurassique du massif du Zerhoun constitue un dôme allongé dans le sens E.-W., ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par le plongement constant de ses assises sous les dépôts miocènes. La terminaison périclinale de ce brachyanticlinal est surtout visible à l'Ouest, du côté des ruines romaines de Volubilis. Ce pli est en grande partie décapé du côté Sud, laissant à nu, dans le Djebel Kannoufa, les calcaires liasiques qui forment un anticlinal droit dont le flanc méridional, faisant face à Meknès, est recouvert par les argiles et grès vindoboniens. La série jurassique se développe au Nord de ce pli jusqu'au camp Petitjean (Nzala Beni Omar). Au Nord-Ouest le Djebel Tselfat m'a paru, à distance, offrir une structure analogue ; au Nord-Est l'affleurement triasique de l'Oudaïa semble appartenir à un dôme éventré qui laisserait apparaître son noyau permo-triasique. Enfin la vallée de l'Oued Zegota, comprise entre ces différents plis, forme une cuvette synclinale postérieurement comblée par les dépôts supérieurs du Miocène qui se montrent, à partir du Vindobonien, partout transgressifs sur le Secondaire.

Des accidents plus récents ont intéressé le Miocène, provoquant l'intrusion du Trias gypseux dont les pointements jalonnent des plis-failles.

Si l'on se reporte au Sud, au delà de la plaine de Saïs et des Beni Mtir, on constate que le Jurassique du plateau de Kasbat el Hajeb est à peu près horizontal, affecté seulement de très légères ondulations et de fractures, et offrant ainsi *le régime tabulaire de la Meseta marocaine ;* tandis que le système plissé du Moyen-Atlas commence au delà, dans la région d'Azrou.

Ainsi se trouve confirmé ce que j'avais fait entrevoir : *les reliefs secondaires de la région de Fez (Dj. Zerhoun, Zalar', etc.) appartiennent encore à la chaîne plissée du Rif ; ils émergaient dans les eaux du détroit Sud-Rifain. Celui-ci était limité au Sud par le plateau tabulaire des Beni Mtir qui forme le prolongement de la Meseta marocaine qui vient ainsi s'interposer entre le Rif et le Moyen-Atlas.*

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur le profil en long et l'alluvionnement du cañon du Rhône.* Note (¹) de M. **E.-A. Martel.**

Le cañon du Rhône, de Bellegarde à Pyrimont, s'est encaissé de 30^m à 140^m, et sinueusement, sur 12^{km}, dans les grandes diaclases du calcaire urgonien, élargies et approfondies par l'érosion (mécanique), la corrosion (chimique) et la pression hydrostatique du cours d'eau.

Son profil en long est encore bien loin de la courbe régulière d'équilibre théorique, comme ceux du Verdon, des clues du Var, de la haute Durance, etc. (voir *Comptes rendus*, 4 mars 1907).

La pente du fleuve est de 2,069 pour 1000 de la frontière suisse à la chute de la perte du Rhône; — de 4,875 pour 1000 de celle-ci à Génissiat (3,75 pour 1000, si l'on déduit les 9^m de la chute; mais 6,545 pour 1000 du sommet de cette chute au pied de celle de la Glière); — et de 0,714 pour 1000 seulement de Génissiat à Pyrimont (voir *fig.* 1).

C'est-à-dire qu'entre les mollasses d'amont et les alluvions d'aval, les bancs les plus résistants du calcaire urgonien imposent encore au profil du Rhône une bosse et des accidents irréguliers.

Pour le fond du lit, les sondages exécutés de 1909 à 1911 par la Société française des forces hydrauliques du Rhône (de Bellegarde) d'une part et par M. Lugeon d'autre part, ont révélé les faits représentés sur ma figure 2, faits que les caprices de la fissuration des calcaires expliquent tout naturellement.

Il en résulte que :

1° Le Rhône, à sa perte, s'engouffre dans une grande diaclase du Calcaire (profonde de 60^m), où d'*horizontal son cours est devenu vertical;* c'est ce que j'avais prévu et expliqué dès 1904;

2° Le fond du lit présente la plus grande irrégularité;

3° Deux seuils rocheux résistants ont créé la cascade de la perte et le rapide-chute de Malpertuis, celui-ci suivi d'un second rétrécissement du Rhône dans une diaclase (28^m sans compter les alluvions probables);

4° A l'aval de Malpertuis l'atténuation de la pente et l'élargissement du thalweg ont fait passer le cours d'eau de la phase transporteuse à la phase déposante; ainsi les graviers, galets, etc., se sont accumulés au fond du lit jusqu'à $27^m,60$.

(¹) Présentée à la séance du 2 janvier 1912.

A Grand bief de Génissiat

A 39m. 8 Kil. 4,875 ‰
B 30m. 8 Kil. 3,75 ‰
C 36m. 5 Kil. ½ 6,545 ‰

Frontière franco-suisse
Bief commun aux 2 projets
Courbe théorique d'équilibre
Barrage
Chute et perte du Rhône
Grand barrage
Seuil rocheux
Bief de Malpertuis
Arlod
Barrage Malpertuis
La Glière
Génissiat
Pont
Pyrimont
Seuil ou alluvionnement
Alluvionnements

Longueurs
Kil. 1 ½ 0 1 2 3 4 5 Kilomèt.
L'échelle des hauteurs est cinquante fois plus grande

I Profil en long et sondages du cours du Rhône, de la frontière suisse à Pyrimont.—Biefs comparés des 2 projets de barrages.

Barrage projeté
314 Pont de Lucey
302 Chute
293 Perte
292 Réapparition
290
288 Confluent de la Valserine
294 Passerelle d'Arlod
283
(Mars 1911) Fond de roc
60m. (Mars 1909)
Mars-Avril 1909
Fond (?) de (?) – 12 à – 26m. Les profondeurs ont pu rencontrer des blocs en travers ou des strates en place dans la grande diaclase où s'est logée la Perte et dont le fond se relève de l'amont à l'aval.
Raccord

Casc. du Nant-Poë
Casc. de Chantavril (Source)
Barrage projeté à Malpertuis
284 Passerelle détruite de Malpertuis
Rapide-chute
La Glière, chute, éboulis, sources (Fond de sac)
261,50 (Mars 1911) Fond de roc
(Octobre 1911) – 28m.
Fond de (?)
Seuil ou remplissage d'Alluvionnements ?
Echelles
Hauteurs
Longueurs
Mèt.

Paradis
Couloir de Monthoux
Passerelle détruite
Ruisseau Gabet
Barrage projeté de Génissiat
Cascade
Fond de graviers
Matériaux d'alluvionnements.
Alluvionnements
Fond de roc
3 sondages de Mr Lugeon (1910)

II Profil en long et sondages du cañon du Rhône, de la perte à Génissiat.

E. Martel Del.

Donc, non seulement le cañon du Rhône est très jeune, mais encore il reste en pleine évolution, très éloigné de son achèvement.

Dans sa Note du 19 juin 1911, aux *Comptes rendus*, M. Lugeon s'est déclaré surpris de l'épaisseur des alluvions et de l'abaissement du lit rocheux de l'aval vers l'amont, c'est-à-dire de sa contre-pente.

Pour l'épaisseur des alluvions, elle s'explique par une loi hydrologique bien simple, savoir :

« Tout cours d'eau torrentiel sortant d'une cluse à forte déclivité, pour » s'apaiser dans une vallée élargie, a colmaté celle-ci sous des épaisseurs » considérables de galets roulés, graviers et sables inconsistants. »

Cela se vérifie : aux piles du pont de Pyrimont; sur le Var, à la sortie des gorges de Daluis; au Verdon, dans la plaine des Salles; sur la Durance, à Serre-Ponçon (42^{m} de cailloux); la Meuse vers Givet; les ravines porphyriques de l'Esterel, etc. Il est très naturel que le colmatage et l'enlisement du radier rocheux du Rhône soient fort avancés dès Génissiat.

Pour les érosions à contre-pente, les exemples abondent : l'Ardèche, en aval de Vallon; Le Loup, dans sa grande gorge; — l'Arize, à la sortie du Mas d'Azil; le Verdon, le Tarn dans leurs cañons; la Mzimta du Caucase, etc. Elles sont produites par les accidents du pendage, par leur combinaison avec les diaclases et par l'affouillement des cascades, que suscitent les assises plus compactes (voir *fig*. 2).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au* 1er *janvier* 1912. Note de M. **Alfred Angot.**

Les observations magnétiques ont été continuées en 1911, à l'Observatoire du Val-Joyeux [latitude 48°49′16″; longitude 0°19′23″ ouest de Paris] par M. J. Itié, sous la direction de M. Dufour, avec les mêmes appareils et ont été réduites par les mêmes méthodes que les années précédentes depuis 1901, époque où elles ont remplacé celles du Parc-Saint-Maur.

Les valeurs des éléments magnétiques pour le 1er janvier 1912 résultent de la moyenne des observations horaires relevées sur les enregistreurs le 31 décembre 1911 et le 1er janvier 1912 et rapportées à des mesures absolues. La variation séculaire des divers éléments est la différence entre ces valeurs et celles qui ont été indiquées pour le 1er janvier 1911 [1].

[1] *Comptes rendus*, 1911, t. 152, p. 113.

Valeurs absolues et variations séculaires des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

	Valeurs absolues pour l'époque 1912,0.	Variation séculaire.
Déclinaison.................	14°13',43	—8',51
Inclinaison.................	64°41',1	—1',5
Composante horizontale......	0,19739	0,00000
Composante verticale........	0,41731	—0,00045
Composante nord.............	0,19134	+0,00012
Composante ouest............	0,04850	—0,00047
Force totale................	0,46164	—0,00041

La diminution de la déclinaison s'est encore accélérée cette année : 8',51 au lieu de 7',31 en 1910; la diminution totale pour les quatre dernières années est de 29',47.

La composante horizontale avait passé par un maximum en 1906-1907; mais, après avoir diminué ensuite pendant deux ans, elle avait augmenté de nouveau en 1910. Cette augmentation paraît maintenant arrêtée. Le maximum de la composante horizontale s'est produit, en 1902, à Pavlovsk (Saint-Pétersbourg), en 1904, à Pola, en 1904-1905, à Potsdam et enfin, en 1906, à Kew et à de Bilt (Utrecht). L'époque du maximum a donc retardé de plus en plus en Europe de l'Est vers l'Ouest.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur moyenne de la nébulosité à l'époque de la prochaine éclipse totale de Soleil.* Note de M. **Alfred Angot.**

Il est intéressant, pour l'observation de la prochaine éclipse totale de Soleil, de connaître les probabilités de beau temps le long de la ligne centrale en France. J'ai utilisé dans ce but vingt années (1891-1910) d'observations de nébulosité dans les observatoires du Parc Saint-Maur (Paris) et du Petit-Port (Nantes). Ces observations sont faites toutes les heures à Saint-Maur et toutes les trois heures à Nantes.

Les nombres suivants donnent les valeurs moyennes de la nébulosité entre 9^h et 15^h, pour les cinq jours au milieu desquels tombe le 17 avril. Ils sont exprimés, comme d'ordinaire, de 0 (ciel pur) à 10 (ciel complètement couvert).

Valeurs moyennes de la nébulosité.

	Avril.					
	15.	16.	17.	18.	19.	Moyenne.
Paris......	5,7	5,6	6,5	6,3	5,5	5,9
Nantes.....	6,3	5,7	5,1	6,1	6,7	6,0

Au point de vue des moyennes, les deux stations sont donc pratiquement équivalentes.

Le Tableau ci-dessous indique la fréquence, pour 100, des divers degrés de nébulosité pendant ces cinq jours :

Fréquence des divers degrés de nébulosité entre le 15 et le 19 avril, de 9^h à 15^h.

	0,0.	De 0,1 à 2,0.	De 2,1 à 4,0.	De 4,1 à 6,0.	De 6,1 à 8,0.	De 8,1 à 9,9.	10,0.
Paris....	7	11	10	19	22	23	8
Nantes...	4	9	17	14	29	21	6

Si l'on considère comme très favorables les cas où la nébulosité ne dépasse pas 2 et comme très défavorables ceux où elle est supérieure à 8, on a donc :

	Cas favorables.	Cas défavorables.
Paris..........................	18	31
Nantes.........................	13	27

Les différences entre les deux stations ne dépassent pas l'erreur probable des moyennes. On peut donc estimer que la moyenne des valeurs obtenues à Paris et à Nantes donne bien les chances de beau ou de mauvais temps tout le long de la ligne centrale de l'éclipse, en France, du golfe de Gascogne jusqu'à la région de Paris.

La séance est levée à 4 heures un quart.

Ph. v. T.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechn
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaés et Mou
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Selli
Varsovie	Gebethner et Wo
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix........ 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix........ 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix........ 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix........ 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouv les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856........ 25

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scie pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terr » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Recherche » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861.... 25

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 2

TABLE DES ARTICLES (Séance du 8 Janvier 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

48342 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

x p 109
x p 151

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 3 (15 Janvier 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'au tant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance pu blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savan étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personne qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Acz démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires son tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extra autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le for pour les articles ordinaires de la correspondance off cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remi à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tarc le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans l *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé a *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planche: ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraien autorisées, l'espace occupé par ces figures compter pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports e les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrativ fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendu* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pré sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de l déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivant



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Catalogue d'étoiles publié par M.* COSSERAT, *Directeur de l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. **B. BAILLAUD.**

En déposant sur le Bureau le Tome VIII des *Annales de l'Observatoire de Toulouse*, M. B. Baillaud rappelle que l'Académie a décerné, en 1901, à M. Saint-Blancat, astronome adjoint à cet observatoire, le prix du Baron de Joest pour son premier catalogue méridien qui contenait 3719 étoiles observées chacune quatre ou cinq fois, de 1891 à 1898.

Le Catalogue contenu dans le présent Volume est aussi l'œuvre de M. Saint-Blancat et de son assistant M. Besson. Les 6447 étoiles qu'il renferme ont été observées quatre ou cinq fois de 1898 à 1905 : elles sont distinctes des premières.

L'ensemble des deux catalogues fait grand honneur à MM. Saint-Blancat et Besson qui ont fait toutes les observations et, avec très peu de concours auxiliaires, les ont réduites et ont formé le Catalogue. Grâce à leur activité, l'Observatoire de Toulouse est déjà en possession de positions précises et récentes de 10166 étoiles de repère pour les clichés de la zone du Catalogue photographique qu'il a entreprise, zone comprise entre les parallèles de déclinaisons 3° et 12°, ce qui donne douze à treize étoiles par cliché.

Ces positions ont été utilisées pour la détermination des éléments des clichés dont les centres ont 9° de déclinaison et de 6^h à 24^h d'ascension droite. Les résultats sont contenus dans un autre Volume publié par M. Cosserat, directeur de l'Observatoire de Toulouse, et parvenu, dans la dernière séance, à l'Académie. M. Cosserat donnera prochainement la

détermination, fondée sur les mêmes étoiles, des éléments des clichés de la partie du fuseau limité à 0^h et 6^h d'ascension droite, comprise entre 4° et 12° de déclinaison. Les valeurs provisoires de ces éléments, publiées il y a quelques années, avaient été fondées sur des positions des étoiles de repère généralement tirées du Catalogue de l'Astronomische Gesellschaft, zones de Leipzig et d'Albany.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un théorème général relatif aux fonctions uniformes d'une variable liées par une relation algébrique.* Note de M. **Émile Picard.**

1. J'ai établi autrefois la proposition suivante ([1]) :

Si entre deux fonctions analytiques uniformes d'une variable existe une relation algébrique de genre supérieur à l'unité, ces fonctions ne peuvent avoir de point singulier essentiel isolé.

Je me suis servi, pour la démonstration ([2]), d'une transcendante de la théorie des fonctions fuchsiennes, telle qu'elle a été constituée par M. Poincaré. Comme je le faisais alors remarquer, ce théorème montre la nécessité de l'introduction des fonctions automorphes ou de fonctions analogues dans la théorie des courbes algébriques puisque, en laissant de côté les genres *zéro* et *un*, il est impossible d'obtenir une représentation paramétrique uniforme par des fonctions ayant des points singuliers essentiels isolés. J'ajoute, ce qui n'est pas sans quelque intérêt historique, que c'est en s'appuyant sur le théorème précédent que M. Poincaré donna le premier exemple de fonctions uniformes, sans lignes singulières, mais avec des points singuliers formant un ensemble parfait : ce sont les fonctions fuchsiennes, de genre supérieur à *un*, existant dans tout le plan.

2. Rappelons encore que M. Landau a indiqué en 1904 une extension extrêmement remarquable, aujourd'hui classique, du premier théorème que j'ai donné jadis sur les fonctions entières. Cette généralisation consiste en ce que, si l'on a un développement taylorien commençant par les termes

$$a_0 + a_1 z + \ldots \qquad (a_1 \neq 0),$$

([1]) *Bulletin des Sciences mathématiques* (1883) et *Acta mathematica* (t. XI, 1887).

([2]) La démonstration suppose seulement que les fonctions ont une branche uniforme dans le voisinage d'un point singulier essentiel isolé, sans qu'intervienne la façon dont elles se comportent ailleurs.

convergent dans le cercle de rayon R, et si l'on suppose que dans ce cercle la fonction ainsi définie ne devienne jamais égale à *zéro* et à *un*, le rayon R est au plus égal à une certaine fonction $R(a_0, a_1)$ dépendant uniquement de a_0 et a_1. M. Carathéodory a fait connaître en 1905 une limite précise pour cette dernière fonction. Cette question et d'autres analogues ont été présentées avec une rare élégance et sous un jour nouveau par M. Lindelöf dans une Communication faite au Congrès des mathématiciens scandinaves en 1909.

Les considérations employées dans la démonstration du théorème rappelé au paragraphe précédent peuvent être utilisées dans une question concernant les courbes de genre supérieur à *un*, et présentant quelque analogie avec le problème de M. Landau. Quoique très simple, la proposition à laquelle on est ainsi conduit offre, ce me semble, quelque intérêt.

3. Nous partons de la courbe algébrique

$$f(x, y) = 0, \tag{1}$$

de genre au moins égal à *deux*. Il résulte de la théorie des fonctions fuchsiennes qu'on peut former une fonction $\lambda(x, y)$ du point analytique (x, y), holomorphe dans le voisinage de tout point de la surface de Riemann correspondant à (1), et pour laquelle le coefficient de i est toujours positif. Les diverses déterminations de $\lambda(x, y)$ se déduisent d'ailleurs de l'une d'elles par des substitutions linéaires, et de plus l'inversion de λ conduit à exprimer x et y par des fonctions automorphes.

Ceci posé, admettons qu'on puisse satisfaire à l'équation (1) par des fonctions x et y d'une variable z, *méromorphes* à l'intérieur du cercle C de rayon R ayant l'origine pour centre ; on suppose de plus que, pour $z = 0$, on ait $x = a, y = b$, le point (a, b) étant un point ordinaire déterminé de la courbe. Enfin, soient les développements tayloriens de x et y autour de $z = 0$:

$$\left.\begin{aligned} x &= a + a_1 z + \ldots \\ y &= b + b_1 z + \ldots \end{aligned}\right\} \quad (a \neq 0), \tag{2}$$

où il est manifeste que b_1 s'exprime à l'aide de a et a_1.

Substituons maintenant dans la fonction $\lambda(x, y)$, à la place de x et y, les fonctions méromorphes de z, dont il vient d'être parlé. La fonction λ devient alors une fonction de z, holomorphe dans le cercle C, et le coefficient de i dans cette fonction est positif.

Considérons alors l'expression

$$(3) \qquad E(z) = \frac{\lambda(x, y) - \lambda(a, b)}{\lambda(x, y) - \lambda_0(a, b)},$$

en désignant par $\lambda_0(a, b)$ la quantité imaginaire conjuguée de $\lambda(a, b)$. Le module de la fonction $E(z)$, holomorphe dans le cercle C, est inférieur à l'unité ; développons cette fonction suivant les puissances croissantes de z. Commençons à cet effet par développer $\lambda(x, y)$ suivant les puissances de $x - a$ dans le voisinage du point analytique (a, b) ; on a ainsi

$$\lambda(x, y) = \mu(x) = \mu(a) + (x - a)\mu'(a) + \ldots,$$

$\mu(x)$ étant holomorphe dans le voisinage de a. Nous avons alors

$$E(z) = A_1 z + A_2 z^2 + \ldots,$$

où

$$A_1 = \frac{a_1 \mu'(a)}{\mu(a) - \mu_0(a)},$$

$\mu_0(a)$ étant la conjuguée de $\mu(a)$.

Puisque, dans le cercle de rayon R, le module de $E(z)$ est inférieur à *un*, on aura

$$|A_1| R \leqq 1,$$

et par suite

$$R \leqq \left| \frac{\mu(a) - \mu_0(a)}{a_1 \mu'(a)} \right|.$$

Nous avons donc le théorème suivant, où nous posons

$$R(a, a_1) = \left| \frac{\mu(a) - \mu_0(a)}{a_1 \mu'(a)} \right|.$$

Considérant un point (a, b) de la courbe f, on met à la place de x dans l'équation

$$(\alpha) f(x, y) = 0,$$

une fonction méromorphe de z dans un certain domaine autour de l'origine, dont le développement taylorien autour de $z = 0$ est donné par la formule

$$x = a + a_1 z + \ldots.$$

On tire de (α) la fonction y de z, prenant pour $z = 0$ la valeur b. Les deux fonctions x et y de z ne pourront être simultanément méromorphes dans un cercle ayant l'origine pour centre et un rayon supérieur à $R(a, a_1)$, expression qui dépend seulement de a et a_1 et nullement des autres coefficients du développement de x.

Le théorème précédent présente une analogie évidente avec le théorème de M. Landau, et en même temps de notables différences. Celles-ci peuvent être formulées, en disant que, dans le domaine des courbes de genre *zéro* et *un*, *on doit envisager des valeurs exceptionnelles*, tandis que, dans le domaine des courbes de genre supérieur à *un*, *il n'y a pas à considérer de valeurs exceptionnelles*.

Il n'est pas douteux qu'on puisse étendre aux courbes de genre supérieur à *un*, avec les différences nécessaires, d'autres résultats établis dans ces dernières années pour une seule fonction uniforme, et relatifs par conséquent, au point de vue où je me place ici, à une courbe de genre *zéro*.

M. E. **Bertin** présente à l'Académie un nouveau dessin de navire destiné aux *Souvenirs de la Marine conservés de l'Amiral Paris*.

Ce dessin se rapporte à un bâtiment de guerre japonais construit à la fin du XVI[e] siècle, le *Nippon Marou*, qui a pris part à l'expédition de Taïko-Sama, contre la Corée.

MÉCANIQUE. — *Sur la position actuelle du problème balistique.* Note de M. E. Vallier.

Les études et expériences effectuées depuis quelques années permettent de se rendre compte de la position du problème balistique, ainsi que de l'évolution des méthodes successivement employées par les savants pour le résoudre. C'est ce que nous allons essayer de résumer successivement.

Pour les projectiles oblongs tels qu'on les établit actuellement, de même que jadis pour les boulets sphériques, l'expérience a montré que l'on pouvait admettre que la résistance de l'air était dirigée suivant la tangente à la trajectoire décrite par le centre de gravité. Mais la valeur de cette résistance, au lieu d'être proportionnelle au carré de la vitesse, comme le supposait Newton, est beaucoup plus complexe. La courbe figurative de cette résistance, $R = mR'$, où la résistance serait l'ordonnée et la vitesse l'abscisse, a l'allure générale d'une hyperbole passant à l'origine ; mais cependant cette forme hyperbolique ne saurait être considérée comme suffisamment exacte et l'expression la plus plausible est actuellement la suivante :

$$R' = 338\, i\delta f(v),$$

où

$$f(v) = 0,2002\,v - 48,05 + \sqrt{(0,1648\,v - 47,95)^2 + 9,6} + \frac{0,0442\,v\,(v - 300)}{\left(371 + \frac{v}{200}\right)^{10}},$$

m, p, r, masse, poids et rayon du projectile δ, poids du mètre cube d'air i, coefficient relatif à la forme du projectile	unités : mètre et kilogramme.

Cette courbe $f(v)$ se confond sensiblement de $v = 0$ à $v = 240$ avec une parabole tangente à l'axe des vitesses; elle présente deux points d'inflexion, l'un vers 340^m, l'autre vers 430^m, et au delà se rapproche rapidement de l'hyperbole obtenue en supprimant le dernier terme du second membre et de son asymptote $f_1(v) = 0,365v - 96$, qui peut, sans erreur sensible, lui être substituée dans les applications, pour toutes les valeurs de v supérieures à la vitesse du son.

Quelle fut, en présence de cette loi dont la connaissance quelque peu déroutante se fit progressivement, l'évolution correspondante de l'Analyse?

Il ne faut pas perdre de vue que le problème a dû et doit encore être traité, non seulement au point de vue théorique, mais aussi par des méthodes moins exactes, mais d'une approximation suffisante pour les applications.

L'hypothèse admise que la résistance était dirigée suivant la tangente se traduit par la relation

$$(1) \qquad v^2\, d\theta = g\, dx,$$

v et θ étant la vitesse et l'inclinaison de la tangente sur l'horizontale au point xy, à laquelle il convient d'adjoindre l'équation dite *de l'hodographe*

$$(2) \qquad g\, d(v \cos\theta) = R' v\, d\theta,$$

Newton, Euler, Legendre traitèrent d'abord la question en supposant la résistance de l'air proportionnelle au carré de la vitesse.

Mais bientôt d'autres procédés analytiques s'imposaient, l'expérience ayant montré que la résistance croissait plus vite que le carré de la vitesse et qu'on devait recourir à d'autres expressions. La nécessité d'assurer la séparation des variables dans l'équation (2) conduisit à l'adoption de formules monomes proportionnelles à une certaine puissance entière de la vitesse. Le degré de cette puissance fut choisi par les auteurs comme égal à 3 pour les boulets sphériques et à 4 pour les projectiles oblongs et l'on s'efforça, les variables étant ainsi séparées, d'en déduire par l'analyse une équation

explicite de la trajectoire, pour faciliter la solution des problèmes du tir; les anciennes méthodes analytiques furent étendues ensuite au cas de projectiles oblongs par application de la même hypothèse de résistance tangentielle.

Mais on dut recourir à des approximations, car les équations finies exactes du mouvement ne s'obtiennent que dans la supposition de la résistance de l'air proportionnelle à la première puissance de la vitesse; la méthode couramment adoptée fut celle proposée par Didion, basée sur la substitution au rapport variable $\frac{ds}{dx}$ de l'élément de l'arc de trajectoire à sa projection horizontale, d'une certaine valeur moyenne α de ce rapport.

Tant que les vitesses initiales ne dépassèrent pas 500^{m}, ni les angles de tir 15°, on put appliquer les formules ainsi déduites de la loi de la 4e puissance qui présentaient l'avantage de conduire à une trajectoire du 3e degré, ne comportant qu'un coefficient qu'on déterminait par la condition de reproduire les portées expérimentales.

La raison de ce fait est la suivante : l'équation mathématiquement exacte de la trajectoire étant, comme je l'ai formulé en 1886,

$$(3) \qquad y = x \tang\theta_0 - \frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\theta_0} - g\int_0^x (x-\xi)^2 \frac{R'}{V^4\cos^3\theta}\,d\xi,$$

l'indice o correspondant aux valeurs initiales des variables, il se trouve qu'on peut, dans des limites de vitesses comprises entre 500^{m} et 250^{m} et pour des angles θ_0 moindres que 15°, considérer sans erreur sensible le rapport $\frac{R'}{V^4\cos^3\theta}$ comme égal à une constante $\frac{3K}{2\cos^2\theta_0}$, ce qui donne pour la trajectoire une courbe du troisième degré et, pour la formule des portées, la relation bien connue, dite *formule de Gâvre*,

$$(4) \qquad \sin 2\theta_0 = gX\left(\frac{1}{V_0^2} + KX\right),$$

le coefficient K étant déterminé expérimentalement; on admettait de plus comme suffisamment exact de calculer tous les éléments de la trajectoire à l'aide de l'équation

$$y = x \tang\theta_0 - \frac{gx^2}{2\cos^2\theta_0}\left(\frac{1}{V_0^2} + KX\right).$$

Pour l'établissement d'une Table, on calculait le paramètre K par une formule compensatrice des valeurs expérimentales.

Plus tard, cette loi du quatrième degré a également été utilisée analyti-

quement par notre correspondant, M. Zaboudski, dans l'étude des trajectoires correspondant à de grands angles de projection, à l'aide d'une constante spéciale déterminée soit par l'expérience, soit théoriquement par une sorte de règle de fausse position. Mais pour serrer le phénomène de plus près, dès 1870, Mayevski dut admettre, pour les projectiles oblongs dont l'axe de figure ne fait avec la direction du mouvement qu'un angle négligeable, la résistance de l'air proportionnelle au carré de la vitesse pour les vitesses supérieures à 360^m à la sixième puissance entre les limites 360^m et 280^m et au-dessous de 280^m à une fonction binome de la forme $av^2 + bv^4$.

Dans ces conditions, on calculait une trajectoire par arcs à l'aide de formules déduites des lois ci-dessus, en recourant à l'artifice de Didion, et en changeant de relations lorsque la vitesse passait par les valeurs de 360^m ou de 280^m. Ces méthodes laborieuses et d'une précision douteuse sont les dernières où l'on ait considéré l'abscisse x comme variable indépendante. Dans une prochaine Communication, je montrerai comment la discussion de l'équation de l'hodographe conduisit aux méthodes adoptées aujourd'hui.

PHYSIQUE. — *Étincelles dans l'air raréfié et sous l'action d'un champ magnétique.* Note de M. **Auguste Righi.**

1. Après avoir montré qu'on peut tirer un faisceau de *rayons magnétiques* de la décharge à anneau de Thomson ([1]), j'ai pensé qu'on doit obtenir un résultat semblable en employant une étincelle ordinaire.

Pour qu'on ait une décharge en forme d'étincelle dans l'air raréfié (au $\frac{1}{10}$ ou au $\frac{1}{100}$ de millimètre), il suffit d'employer une capacité très grande, en introduisant une distance explosive dans les communications avec le tube à décharges. Lorsqu'il y a champ magnétique, par exemple transversal par rapport à l'étincelle, celle-ci s'étale suivant les lignes de force magnétiques.

Je publierai ailleurs les détails des expériences et quelques photographies de ce phénomène; une d'elles est reproduite ci-après. Si l'on emploie un grand ballon de verre, la décharge ainsi modifiée par le champ magnétique constitue un phénomène très remarquable et brillant.

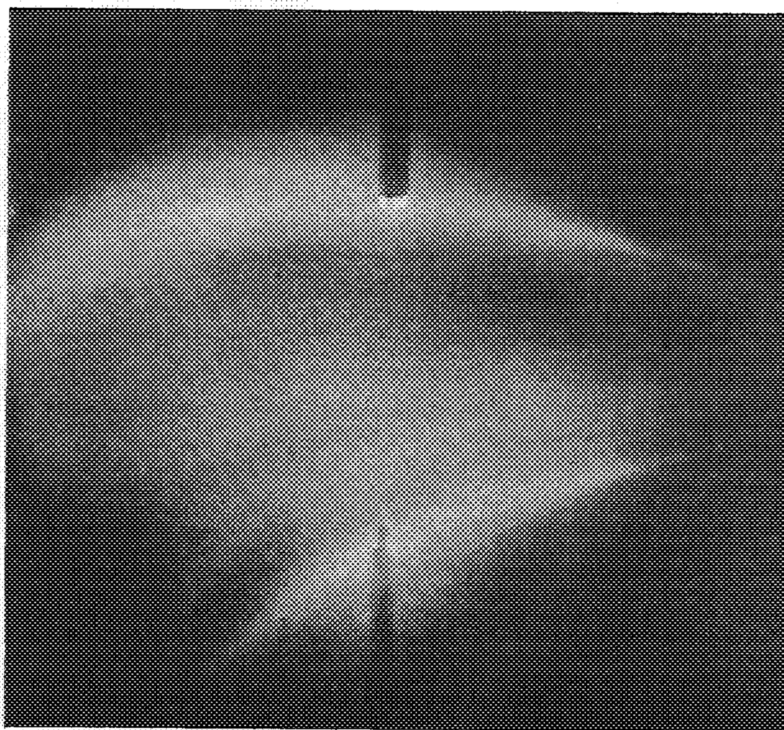
Ce résultat diffère beaucoup des effets connus, qui consistent surtout en

([1]) *Radium*, septembre 1911.

déplacements perpendiculaires à la direction de la force magnétique. J'ai constaté aussi, sous certaines conditions, la transformation en rayons magnétiques de la colonne de lumière positive, lorsque la décharge dans l'air raréfié a la forme ordinaire.

2. Suivant mes vues, les rayons magnétiques ne sont pas simplement des rayons cathodiques enroulés en hélices (ou suivant des courbes plus ou

Fig. 1.



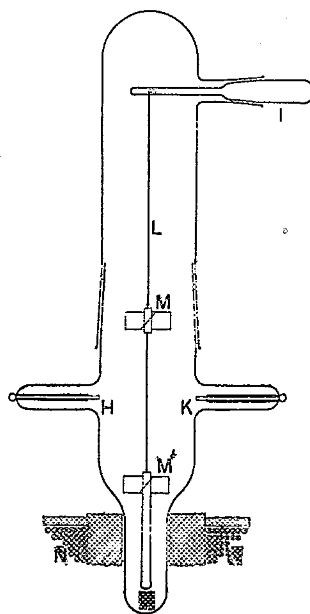
moins semblables à des hélices lorsque le champ n'est pas uniforme), mais ils contiennent aussi des couples neutres analogues à des étoiles doubles, formés d'un ion positif et d'un électron, incessamment détruits et reconstitués au moment des chocs, et qui sont rendus moins instables par le champ. Les éléments pour former lesdits couples seront fournis par l'air ionisé par l'étincelle.

3. A chaque étincelle qui éclate dans le tube à décharge, on a un mouvement d'ions qui semblent lancés en tous sens par l'étincelle. On connaît

depuis longtemps l'expansion violente produite par une étincelle dans l'air à la pression ordinaire; on connaît d'autre part les rayons de décharge de E. Wiedemann, dont l'existence est révélée surtout par le phénomène de thermoluminescence. J'ai pu mettre en évidence une émission d'ions par l'étincelle dans l'air raréfié, qui est peut-être une continuation ou une modification du premier de ces phénomènes, et qu'on ne peut pas identifier, à ce qu'il semble, avec le dernier.

Le tube à décharge est vertical (*voir* la figure schématique), les électrodes H, K,

Fig. 2.



sont en bas et dirigés horizontalement l'un vers l'autre. Un petit moulinet M semblable à celui d'un radiomètre, sauf que les lamelles de mica sont inclinées toutes dans le même sens, se trouve au-dessous de l'étincelle, suspendu à un fil de cocon. Le moulinet tourne vivement comme sous l'action d'un souffle dirigé de bas en haut, jusqu'à ce que la torsion croissante du fil arrête le mouvement.

4. J'ai placé entre le moulinet et l'étincelle un disque de verre horizontal à peu près de même diamètre. Le moulinet ne tourne plus si sa distance du disque a une certaine valeur; il tourne comme sans disque s'il est plus haut, et en sens contraire s'il est plus près du disque. Cela montre l'existence d'un bombardement rétrograde, dû vraisemblablement à une réflexion sur les parois.

5. En substituant au moulinet une chambre de Faraday, dont le conducteur intérieur communique avec le sol à travers d'un galvanomètre très sensible, j'ai obtenu un courant montrant un afflux d'électricité positive; mais ayant placé entre l'étincelle et la chambre un disque conducteur non isolé, j'ai observé un courant de sens contraire.

Il paraît donc qu'il y ait émission d'ions positifs et d'électrons négatifs, les premiers conservant plus longtemps (peut-être à cause de leur masse) la direction de leur mouvement.

Dans les deux cas un champ magnétique, produit par une grande bobine NN′, fait diminuer considérablement les déviations galvanométriques; ce qui serait dû, suivant ma théorie, à la formation des couples tournants électron-ion positif.

6. Avec un tube coudé, dont une branche horizontale contient l'étincelle et la branche verticale le moulinet, on constate l'effet, faible mais certain, produit par les ions réfléchis par un disque qu'on incline peu à peu jusqu'à 45°.

7. Le moulinet peut servir à des mesures de l'intensité du bombardement, si l'on détermine quelle est la torsion du fil de suspension qui est nécessaire pour l'arrêter. Suivant les dimensions du fil, il y aura à évaluer le nombre et fraction de tours, ou bien un petit angle par la méthode de réflexion. Ainsi j'ai constaté que, au moins pour les pressions de l'ordre des dixièmes de millimètre, la torsion finale est sensiblement proportionnelle à la pression, ou, si l'on veut, au nombre de molécules d'air présentes.

8. Le tube à décharge, toujours vertical, étant placé sur le pôle d'une puissante bobine NN′, dont l'axe coïncide avec celui du tube, on constate que l'action sur le moulinet augmente quelquefois, et d'autres fois diminue, lorsqu'on excite le champ. Cette variabilité de résultats s'explique surtout par le fait déjà démontré par moi, que le champ peut faire varier le potentiel nécessaire pour la production de la décharge dans un sens ou dans l'autre suivant la pression. Toutefois, pour des pressions de 4 à 10 dixièmes de millimètre (qui sont les pressions plus favorables pour presque toutes les expériences sur les rayons magnétiques), j'ai observé généralement que le champ magnétique faisait augmenter l'effet du bombardement sur le moulinet. Il est intéressant de rapprocher ce fait du résultat du n° 5, relatif à l'action du champ sur les charges transportées. L'un et l'autre s'accordent évidemment avec ma manière de voir indiquée au n° 2.

9. L'étude de l'influence du champ magnétique m'a conduit enfin à une expérience qui me semble donner un fort appui à mon hypothèse sur la nature des rayons magnétiques.

Le fait que le champ augmente généralement l'action mécanique sur le moulinet peut s'expliquer aussi de la manière suivante. Dans les couples ion-électron rendus quelque peu persistants par le champ, le sens dans lequel tourne l'électron satellite est tel que le courant fermé qu'il représente est repoussé par le pôle magnétique dans le sens suivant lequel l'intensité du champ diminue, comme s'il s'agissait d'une molécule diamagnétique. L'augmentation de l'effet mécanique de l'étincelle pourrait donc s'expliquer par l'augmentation de vitesse des couples produite de cette manière. Or l'expérience suivante semble démontrer qu'il en est vraiment ainsi. Au lieu d'un simple moulinet, j'ai suspendu au fil L un système constitué de deux moulinets égaux M, M', montés solidairement sur un tube de verre extrêmement mince. L'inertie du système est augmentée, comme dans un galvanomètre balistique, par une masse O, ce qui a pour but de réduire l'instabilité de la déviation dépendant de la non-identité des effets produits par chaque étincelle. Au moyen du joint I on enlève ou on abaisse le système mobile jusqu'à ce que les étincelles ne le déplacent pas sensiblement, les effets opposés sur les deux moulinets étant égaux. Si alors on excite la bobine NN', on obtient une rotation directe (c'est-à-dire comme s'il y avait un courant d'air dirigé de bas en haut). Pour mieux éliminer le doute que ce phénomène soit dû seulement à une modification de l'étincelle, on fait deux autres fois l'expérience, en plaçant le système suspendu une fois un peu plus haut, l'autre fois un peu plus bas que dans la première expérience. Alors le système tourne même sans champ magnétique; mais lorsqu'on envoie le courant dans la bobine, on observe une augmentation de l'effet mécanique si la rotation est directe, et une diminution ou une inversion si la rotation est inverse.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que M. *Jacob Amsler*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Mécanique, élu en 1892, est décédé à Schaffhouse, le 3 janvier dernier, à l'âge de 89 ans.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de* l'Association géodésique internationale (Londres et Cambridge, 21-29 septembre 1909).

2° *Hommage à* Louis Olivier. (Présenté par M. Lecornu.)

M. **Ed. Bureau** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Bornet*.

Mme **Z. Gruzewska** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. **Nicolardot** adresse un Rapport sur les travaux qu'il a exécutés à l'aide de la subvention qui lui a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1910.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur une question relative aux liquides visqueux.* Note de M. **J. Hadamard**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note présentée à l'Académie le 19 juin dernier (¹), j'avais déterminé le mouvement permanent lent d'une sphère visqueuse dans un liquide visqueux.

Mon attention vient d'être attirée sur un travail de M. Rybczynski présenté à l'Académie des Sciences de Cracovie quelques mois auparavant (9 janvier 1911), et où les éléments de ce mouvement sont également calculés. Les détails de calcul diffèrent, mais les résultats sont identiques.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Les équations générales des membranes flexibles.* Note de M. **Louis Roy**, présentée par M. L. Lecornu.

Les principes touchant la viscosité, posés en notre Note du 4 décembre 1911, permettent, au moyen de l'équation (1), d'établir les équations générales du mouvement des membranes. A la membrane à l'instant t et de contour Γ correspond, dans le plan des (u, v), une aire fixe de contour C dont nous désignerons par (α, β) les cosinus directeurs de la normale extérieure; à un élément ds de Γ correspondra un élément $d\sigma$ de C et l'on aura

$$ds = \sqrt{G\alpha^2 - 2F\alpha\beta + E\beta^2}\, d\sigma = k\, d\sigma.$$

Soient alors X, Y, Z les composantes par unité de masse de la force appli-

(¹) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1735.

(²) Voir *Bull. Ac. Sc. Cracovie*, 1911, série A, p. 40.

quée à chaque élément de surface de la membrane, T_x, T_y, T_z les composantes par unité de longueur de la force appliquée à chaque élément de son contour, $\varphi(\rho, T)$ le potentiel thermodynamique interne par unité de masse ; si l'on pose

$$\mathfrak{X} = \rho H\left(X - \frac{\partial^2 x}{\partial t^2}\right), \quad \mathfrak{Y} = \rho H\left(Y - \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}\right), \quad \mathfrak{Z} = \rho H\left(Z - \frac{\partial^2 z}{\partial t^2}\right),$$

$$(\mathfrak{T}_x, \mathfrak{T}_y, \mathfrak{T}_z) = k(T_x, T_y, T_z), \qquad \Theta + \rho^2 \frac{\partial \varphi}{\partial \rho} = 0,$$

$$(1) \qquad \mathfrak{M} = \Theta \frac{G}{H} + 2H\mathcal{E}, \qquad \mathfrak{N} = \Theta \frac{F}{H} + 2H\mathcal{F}, \qquad \mathfrak{P} = \Theta \frac{E}{H} + 2H\mathcal{G},$$

on trouve comme équations indéfinies

$$(2) \qquad \begin{cases} \mathfrak{X} + \dfrac{\partial(\mathfrak{M}x'_u - \mathfrak{N}x'_v)}{\partial u} + \dfrac{\partial(-\mathfrak{N}x'_u + \mathfrak{P}x'_v)}{\partial v} = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

et comme équations au contour

$$(3) \qquad \begin{cases} \mathfrak{T}_x - \alpha(\mathfrak{M}x'_u - \mathfrak{N}x'_v) - \beta(-\mathfrak{N}x'_u + \mathfrak{P}x'_v) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Ce sont les équations générales du mouvement auxquelles on doit joindre l'équation de continuité $\frac{\partial(\rho H)}{\partial t} = 0$ et les équations de la température T.

Celles-ci s'obtiennent par l'application du principe de Carnot et la théorie de la conductibilité calorifique. En appelant c la chaleur spécifique à densité constante, K et $\mathfrak{K}$ les coefficients de conductibilité, T_0 la température absolue extérieure et $\mathfrak{E}$ l'équivalent mécanique de la chaleur, on trouve pour l'équation indéfinie

$$(4) \quad c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial u} \frac{K}{H}\left(G\frac{\partial T}{\partial u} - F\frac{\partial T}{\partial v}\right) + \frac{\partial}{\partial v} \frac{K}{H}\left(-F\frac{\partial T}{\partial u} + E\frac{\partial T}{\partial v}\right) - \mathfrak{K}H(T - T_0) + \frac{1}{\mathfrak{E}}\left(T\frac{\partial \Theta}{\partial T}\theta + 2\mathfrak{D}\right).$$

Cela posé, proposons-nous de former les équations des petits mouvements autour d'une position d'équilibre stable caractérisée par des valeurs de (x, y, z, T) indépendantes de t et vérifiant les équations précédentes. Celles-ci pourront encore être vérifiées par des valeurs

$$(x + \xi, y + \eta, z + \zeta, T + \vartheta)$$

infiniment voisines des précédentes, mais où les accroissements ξ, η, ζ, ϑ

vont dépendre de t; dès lors, leurs différentielles totales par rapport à x, y, z, T, où $\xi, \eta, \zeta, \vartheta$ sont les accroissements des variables, doivent être nulles. Ainsi les équations (2) nous donnent, en supposant pour simplifier $d(X, Y, Z) = 0$ et en remarquant que $d(\rho H) = 0$,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} &-\rho H \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} + \frac{\partial}{\partial u}\left(\mathfrak{M}\,\frac{\partial \xi}{\partial u} - \mathfrak{N}\frac{\partial \xi}{\partial v} + x'_u\, d\mathfrak{M} - x'_v\, d\mathfrak{N}\right)\\ &\qquad + \frac{\partial}{\partial v}\left(-\mathfrak{N}\frac{\partial \xi}{\partial u} + \mathfrak{P}\,\frac{\partial \xi}{\partial v} - x'_u\, d\mathfrak{N} + x'_v\, d\mathfrak{P}\right) = 0,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right.$$

Dans ces équations, les $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$, $\mathfrak{P}$ figurant hors des signes d ont leurs valeurs correspondant à l'équilibre et comme, à l'équilibre, on peut supposer le réseau orthogonal ($F = 0$), ces valeurs sont, d'après (1),

$$\mathfrak{M} = \Theta\frac{G}{H}, \qquad \mathfrak{N} = 0, \qquad \mathfrak{P} = \Theta\frac{E}{H}.$$

D'autre part, comme $\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ sont nuls à l'équilibre, on a

$$d\mathfrak{M} = d\left(\Theta\frac{G}{H}\right) + 2H\mathcal{E}, \qquad d\mathfrak{N} = d\left(\Theta\frac{F}{H}\right) + 2H\mathcal{F}, \qquad d\mathfrak{P} = d\left(\Theta\frac{E}{H}\right) + 2H\mathcal{G},$$

avec

$$dE = 2\sum x'_u\frac{\partial \xi}{\partial u}, \qquad dF = \sum\left(x'_u\frac{\partial \xi}{\partial v} + x'_v\frac{\partial \xi}{\partial u}\right), \qquad dG = 2\sum x'_v\frac{\partial \xi}{\partial v}.$$

Supposons, enfin, que la membrane soit, à l'équilibre, contenue dans le plan des (x, y), on aura : $x = u, y = v, z = 0$; $E = G = H = 1$ et

$$dE = 2\frac{\partial \xi}{\partial u}, \qquad dF = \frac{\partial \xi}{\partial v} + \frac{\partial \eta}{\partial u}, \qquad dG = 2\frac{\partial \eta}{\partial v}, \qquad dH = \frac{\partial \xi}{\partial u} + \frac{\partial \eta}{\partial v},$$

$$E' = 2\frac{\partial U}{\partial u}, \qquad F' = \frac{\partial U}{\partial v} + \frac{\partial V}{\partial u}, \qquad G' = 2\frac{\partial V}{\partial v}, \qquad \theta = \frac{\partial U}{\partial u} + \frac{\partial V}{\partial v},$$

Les actions de viscosité seront alors

$$2\mathcal{E} = \Lambda\left(\frac{\partial U}{\partial u} + \frac{\partial V}{\partial v}\right) + 2M\frac{\partial V}{\partial v}, \qquad 2\mathcal{F} = M\left(\frac{\partial U}{\partial v} + \frac{\partial V}{\partial u}\right),$$
$$2\mathcal{G} = \Lambda\left(\frac{\partial U}{\partial u} + \frac{\partial V}{\partial v}\right) + 2M\frac{\partial U}{\partial u}$$

et les équations (5) deviendront, en supposant la membrane primitivement

homogène et en tenant compte de ce que $(U, V, W) = \frac{\partial(\xi, \eta, \zeta)}{\partial t}$,

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} \rho\frac{\partial^2\xi}{\partial t^2} &= -\rho\frac{\partial\Theta}{\partial\rho}\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial\xi}{\partial u}+\frac{\partial\eta}{\partial v}\right)+\frac{\partial\Theta}{\partial T}\frac{\partial\mathfrak{T}}{\partial u}+(\Lambda+M)\frac{\partial^2}{\partial t\,\partial u}\left(\frac{\partial\xi}{\partial u}+\frac{\partial\eta}{\partial v}\right)-M\frac{\partial\Delta\xi}{\partial t},\\ \rho\frac{\partial^2\eta}{\partial t^2} &= -\rho\frac{\partial\Theta}{\partial\rho}\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial\xi}{\partial u}+\frac{\partial\eta}{\partial v}\right)+\frac{\partial\Theta}{\partial T}\frac{\partial\mathfrak{T}}{\partial v}+(\Lambda+M)\frac{\partial^2}{\partial t\,\partial v}\left(\frac{\partial\xi}{\partial u}+\frac{\partial\eta}{\partial v}\right)-M\frac{\partial\Delta\eta}{\partial t},\\ \rho\frac{\partial^2\zeta}{\partial t^2} &= \Theta\Delta\zeta \qquad \text{avec} \qquad \Delta=\frac{\partial^2}{\partial u^2}+\frac{\partial^2}{\partial v^2}. \end{aligned} \right.$$

Les deux premières équations (6) sont analogues à celles des petits mouvements plans d'un fluide visqueux. On en déduit l'équation de la dilatation θ

$$\rho\frac{\partial^2\theta}{\partial t^2} = -\rho\frac{\partial\Theta}{\partial\rho}\Delta\theta+\frac{\partial\Theta}{\partial T}\Delta\mathfrak{T}+\Lambda\frac{\partial\Delta\theta}{\partial t}$$

et l'équation de la rotation moyenne

$$\rho\frac{\partial^2}{\partial t^2}\left(\frac{\partial\eta}{\partial u}-\frac{\partial\xi}{\partial v}\right) = -M\frac{\partial}{\partial t}\Delta\left(\frac{\partial\eta}{\partial u}-\frac{\partial\xi}{\partial v}\right).$$

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur des observations du mouvement brownien dans les gaz à basse pression.* Note de M. DE BROGLIE, présentée par M. E. Bouty.

La formule due à M. A. Einstein

$$\overline{\Delta}^2 = \frac{RT}{N}\frac{\tau}{3\pi\mu a}$$

qui paraît bien représenter (¹) les lois du mouvement brownien dans les gaz, dans les conditions normales de température et de pression, indique que la valeur du déplacement moyen Δ est sensiblement indépendante de la pression, car cette grandeur n'y entre que par l'intermédiaire du coefficient de viscosité μ (²).

J'ai pu observer des mouvements browniens de particules en suspension dans l'air sous des pressions de l'ordre du millimètre de mercure

(¹) M. DE BROGLIE, *Comptes rendus*, 1er semestre 1909, p. 1315. — FLETCHER, *Physical Review*, 1911.

(²) D'après la loi de Maxwell le coefficient de viscosité d'un gaz doit rester indépendant de sa densité.

en utilisant une particularité que présente la vaseline phosphorée; ce mélange fume d'abord à l'air, puis cesse au bout d'un certain temps d'émettre des fumées : en abaissant la pression, les fumées reprennent et peuvent être observées jusqu'à 1^{mm} ou 2^{mm} de mercure.

Le fait même que la suspension persiste est déjà intéressant (¹). En regardant les fumées à l'ultramicroscope, on peut se rendre compte qu'elles présentent, à des pressions descendant jusqu'à 10^{mm} de mercure, un aspect très semblable à celui qu'offrent des particules de même grosseur moyenne ($50^{\mu\mu}$ environ) à la pression atmosphérique.

Les mouvements paraissent un peu plus vifs, mais du même ordre de grandeur, sans qu'il ait été possible d'effectuer des mesures précises du déplacement moyen Δ, seule grandeur accessible aux calculs statistiques.

Au-dessous de 10^{mm} et jusqu'à la limite observée jusqu'à présent (1^{mm}), le mouvement augmente sensiblement de vivacité et d'amplitude (²).

La présence de particules en suspension permet aussi d'observer des mouvements tourbillonnaires de très petit rayon qui prennent naissance dans le milieu gazeux à basse pression et qui forment des remous compliqués, agitant parfois en sens divers des particules voisines, de façon à donner l'illusion d'une sorte de mouvement brownien très amplifié.

En résumé, à une première et encore assez grossière approximation, l'indépendance du mouvement brownien et de la pression paraît se vérifier dans d'assez larges limites (pression variant de 76 à 1), mais à partir d'une certaine pression (quelques millimètres de mercure) l'agitation tend à s'accentuer.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cryoscopie dans l'hyposulfite de sodium cristallisé à 5 molécules d'eau.* Note de MM. **C. Leenhardt** et **A. Boutaric**, présentée par M. E. Bouty.

L'un de nous (³) a utilisé l'hyposulfite de soude cristallisé à $5H^2O$ comme dissolvant cryoscopique et déterminé l'abaissement moléculaire de son point de congélation.

(¹) Au point de vue météorologique par exemple (nuages à grande hauteur, poussières cosmiques, poussières lancées par les volcans).

(²) Sans qu'une variation dans la grosseur des particules soit décelée par un changement dans la couleur ou l'intensité de la lumière diffractée.

(³) *Comptes rendus*, t. 153, p. 876.

On sait que cet abaissement peut être calculé par la formule de Van 't Hoff:

$$K = 0{,}01985\,\frac{T^2}{L},$$

où T désigne la température absolue de fusion du dissolvant et L sa chaleur latente de fusion. En utilisant la chaleur de fusion de l'hyposulfite à $5H^2O$ déterminée par Trentinaglia ([1]) on obtient une valeur de l'abaissement moléculaire nettement différente de la valeur expérimentale. Aussi avons-nous jugé intéressant de reprendre avec précision les déterminations de l'abaissement moléculaire K et de la chaleur de fusion L.

L'abaissement moléculaire a été déterminé à l'aide d'un thermomètre de Beckmann donnant le centième de degré. Comme corps dissous nous avons pris l'urée, très facile à obtenir parfaitement pure. La moyenne de quatre déterminations concordantes a été K = 42°, 6.

Pour la chaleur de fusion, nous avons utilisé la méthode suivante : dans le calorimètre nous avons dissous d'une part le sel solide, d'autre part le sel liquide à l'état surfondu, maintenus tous deux à une même température T_1, aussi voisine que possible de la température de fusion T. La différence des chaleurs mises en jeu donne la chaleur de fusion du sel à la température T_1. Il est facile d'en déduire la chaleur de fusion à la température de fusion T si l'on connaît la différence des chaleurs spécifiques du sel pris sous les deux états solide et liquide.

La moyenne de trois expériences concordantes a donné comme chaleur de fusion : 47,7 à la température 46°, 8. La différence des chaleurs spécifiques déterminée par Trentinaglia est 0,125. On a donc comme chaleur de fusion à 48°, 5 température de fusion de l'hyposulfite à $5H^2O$:

$$L = 47{,}7 + 0{,}125 \times 1{,}6 = 47{,}9.$$

La formule de Van 't Hoff donne alors pour l'abaissement moléculaire K = 42,8. L'accord avec le nombre expérimental est bien satisfaisant.

Le point important, dans ces expériences, est d'opérer sur un hydrate bien défini et contenant exactement 5 molécules d'eau. On y arrive en maintenant le sel, purifié par une cristallisation troublée et séché sur du papier filtre, dans une cloche en présence de l'hydrate inférieur à $2H^2O$. C'est évidemment parce qu'il opérait sur un sel contenant un excès d'eau que Trentinaglia a obtenu un nombre trop faible; nous nous en sommes assurés par une expérience faite sur un sel desséché sans précautions spéciales.

([1]) *Wien. Ber.*, t. 72, 1876, p. 669.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle détermination du poids atomique de l'azote.* Note de M. **Eugène Wourtzel**, présentée par M. Georges Lemoine.

Le poids atomique de l'azote a été contrôlé ces dernières années de plusieurs manières qui permettent de le relier directement à celui de l'oxygène, par l'analyse des gaz N^2O, NO et NO^2; l'opération consiste, avec quelques variantes, à décomposer un poids connu d'oxyde d'azote au moyen d'une spirale métallique (fer ou nickel), portée électriquement à l'incandescence, méthode qui a été employée pour la première fois pour l'analyse du protoxyde d'azote; l'augmentation de poids du métal donne le poids de l'oxygène contenu dans un poids connu d'oxyde d'azote ([1]).

Comme le poids atomique de l'azote est aujourd'hui fondamental, il m'a semblé utile de le contrôler au moyen d'une méthode toute différente. Dans ce but, j'ai cherché à déterminer le poids d'oxygène nécessaire pour transformer un poids connu d'oxyde azotique NO en peroxyde N^2O^4. L'opération pouvant se faire à basse température, on évite ainsi l'emploi d'une spirale métallique chauffée à l'incandescence, tout en opérant avec des appareils de dimensions réduites, sur des quantités de substances assez grandes pour être pesées avec exactitude.

Pour peser le gaz NO, on utilise la propriété qu'il possède de se dissoudre à froid (— 10° à — 15°) dans le peroxyde d'azote liquide avec formation d'anhydride nitreux N^2O^3. Cette opération se fait dans un tube en U, muni de deux robinets et de deux raccords à bords plats rodés permettant de le mettre en communication avec les appareils producteurs d'oxyde azotique ou d'oxygène. Le tube est pesé d'abord avec le peroxyde d'azote pur, puis après introduction du gaz NO; la différence des deux pesées donne le poids d'oxyde azotique employé. Cela fait, on dirige dans le tube, convenablement refroidi, un courant d'oxygène pur et sec, jusqu'à ce que l'anhydride nitreux soit transformé en peroxyde. La transformation peut être suivie grâce à la couleur bleue très intense et caractéristique du corps N^2O^3, le contenu du tube en U devenant incolore à la fin de la réaction; le petit excès d'oxygène est ensuite éliminé en faisant le vide au moyen de la pompe à mercure, tout en maintenant le tube en U à la température de — 182° (air liquide), à laquelle la tension de vapeur du peroxyde d'azote est pratiquement nulle; l'évacuation est suivie au vacuum-mètre. Une dernière pesée donne le poids d'oxygène employé.

([1]) Guye et Bogdan (N^2O), *J. Chim. phys.*, t. III 1905, p. 537. — Jaquerod et Bogdan (N^2O), *Ibid.*, t. III, 1905, p. 562. — B. W. Gray (NO), *Chem. Soc.*, t. LXXXVII, 1905, p. 1601, et *Thèse*, Bonn, 1907. — Guye et Drouginine (N^2O^4), *J. Chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 473.

Les deux gaz NO et O^2, ainsi que le peroxyde d'azote N^2O^4 utilisé comme dissolvant, ont été purifiés avec soin par distillation fractionnée. Les pesées ont été faites avec les précautions usuelles pour des recherches de précision (contre-poids de même verre et de même volume, essuyage au linge humide, etc.). Les raccords rodés des appareils, les robinets, les pinces à raccords et à robinets sont du type en usage au Laboratoire de Chimie physique à Genève. Les diverses opérations, qui sont en somme un peu délicates, seront décrites ultérieurement dans tous leurs détails.

Les résultats obtenus sont consignés ci-après :

Numéro de l'expérience.	Poids du gaz NO employé.	Poids de l'oxygène fixé.	Poids atomique de l'azote pour O = 16.
I	1,3653	0,72805	14,005
II	1,76655	0,9419	14,008
III	1,5983	0,85225	14,006
IV	1,9562	1,04305	14,007
V	2,1854	1,1652	14,008
Moyenne			14,007

L'écart extrême entre les deux observations les plus divergentes est seulement de $\frac{3}{14000}$. La moyenne 14,007 ne diffère que de $\frac{2}{14000}$ du nombre 14,009 obtenu en dernier lieu à Genève par l'analyse du peroxyde N^2O^4. Je me réserve de discuter ces résultats lorsque seront achevées d'autres expériences, en cours d'exécution, destinées à contrôler celles qui viennent d'être relatées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation de siliciure de magnésium et sa décomposition par les acides*. Note de M. **A. Besson**, présentée par M. A. Haller.

Les procédés de préparation du siliciure de Mg de Wöhler, Geuther, Gattermann, Moissan et Smiles, sont assez variés, mais, en général, pénibles à appliquer et en tout cas se prêtent difficilement à une préparation en grand ; nous avons imaginé un procédé très simple par auto-réaction de Mg sur SiO^2 par magnésiumthermie, variante du procédé qui nous avait déjà servi pour préparer Si amorphe. Un mélange intime de quartz en poudre bien desséché et de Mg pulvérisé sec et *fortement tassé* dans un creuset de fer et l'on y met le feu *superficiellement* par une pincée de poudre de Mg qu'on enflamme au moyen d'une allumette, puis l'on couvre le creuset ; la réaction se poursuit paisiblement et si l'on emploie des quan-

tités en proportion convenable de quartz et de Mg, on retire, après refroidissement du creuset, un culot d'une matière à aspect homogène noir-bleuté et friable de siliciure de Mg; on peut ainsi en très peu de temps préparer plusieurs kilogrammes de siliciure. De nombreux essais nous ont permis de fixer les proportions respectives de quartz et de Mg qu'il fallait employer pour obtenir le produit qui, traité par les acides, donnait le gaz le plus riche en hydrogène silicié : ces proportions sont de 200 parties en poids de Mg pour 100 de quartz; nous entendons par richesse en hydrogène silicié, le pourcentage en SiH^4 correspondant à l'augmentation de volume du gaz décomposé par NaOH.

On sait que le gaz dégagé dans l'attaque du siliciure de Mg par HCl est un mélange de H et de siliciures de H: le silicométhane SiH^4 non spontanément inflammable, le silico-éthane Si^2H^6 qui, d'après Moissan et Smiles, communiquerait au mélange gazeux sa sponta-inflammabilité ; d'après M. Lebeau, ce serait plutôt à la présence de silico-éthène Si^2H^4 que serait due cette propriété; nous n'avons pas encore pu vérifier laquelle de ces opinions ou assertions nous paraît fondée.

De nombreuses déterminations nous permettent de fixer à 6-7 pour 100 la richesse du gaz (évaluée comme il a été précédemment indiqué) obtenu au moyen du siliciure attaqué par HCl dilué, en recueillant le gaz directement sur l'eau (Moissan indique comme teneur du gaz obtenu avec le siliciure de son procédé 4-5 pour 100).

Nous avons pensé pouvoir augmenter la richesse du gaz en modifiant la nature de l'acide réagissant : soit en recourant à des solutions diluées d'acides ayant une tendance à jouer le rôle de réducteurs, et pouvant, de ce fait, favoriser la formation d'hydrures de Si, tels que les acides hypophosphoreux, sulfureux, formique, oxalique, soit à d'autres acides dilués, tels que les acides sulfurique, phosphorique, azotique, iodhydrique, acétique, citrique; aucun de ces acides n'a donné de gaz notablement plus riche en siliciures de H que HCl; les acides formique, sulfurique, acétique, suffisamment dilués, donnent des gaz de richesse à peu près égale à celui qu'on obtient avec HCl; les autres, inégalement moindres, surtout les acides oxalique, citrique et l'acide sulfureux qui, lui, donne un gaz à peu près exclusivement formé d'hydrogène; la plupart des acides organiques semblent d'ailleurs subir, surtout en solution un peu concentrée, une hydrogénation de la part des siliciures de H d'où la moindre richesse du gaz obtenu; avec l'acide acétique glacial, on n'obtient même que de l'hydrogène, et en poursuivant la réaction, on sent nettement l'odeur de l'éther acétique : en définitive, nous avons été conduits à continuer à employer HCl.

Nous n'avons pas été plus heureux en cherchant à remplacer le siliciure de Mg par celui de Ca; aussi bien les produits industriels que ceux obtenus par calcium thermie

$SiO^2 + Ca$, en proportions variées, ne donnent que des gaz très pauvres en siliciures d'hydrogène.

Nous avons étudié comment varie la richesse du gaz dégagé au cours d'une attaque d'une prise de siliciure de Mg, préalablement immergée dans l'eau et additionnée progressivement d'une solution de HCl pur; l'attaque était faite au début à froid et terminée au bain-marie bouillant. La richesse du gaz augmente jusqu'à un maximum qui se maintient presque jusqu'à la fin de la réaction; comme exemple, nous citerons les nombres obtenus en attaquant un échantillon d'alliage donnant un gaz total de richesse moyenne 6 pour 100, qui a donné pour des prises successives ininterrompues du gaz à richesses : 5,1 au début, puis 5,8, 6,4, 7 et 5 à la fin.

Du très grand nombre d'essais que nous avons effectués, il résulte que la richesse du gaz en siliciures d'hydrogène, issu d'un échantillon de siliciure de Mg, attaqué par le même acide, dépend surtout de la pression qui règne dans l'appareil et de la vitesse du dégagement; le gaz sera d'autant plus riche qu'il se dégagera plus rapidement, plus librement sur une large surface sans production de mousse, et à basse température.

Ces conditions ne sont pas faciles à satisfaire dans l'appareillage nécessaire à l'étude du gaz dégagé; aussi avons-nous dû abandonner, malgré sa commodité, un dispositif que nous avions essayé d'employer au début de ce travail, il y a plus d'un an, et qui consistait à utiliser, pour sa production, un appareil du type continu de Deville, mais le gaz se produisait sous pression, filtrait à travers la masse de siliciure en décomposition, trouvait une faible surface de dégagement, et, en résumé, était très pauvre en hydrogène silicié.

C'est en raison des considérations qui précèdent, que nous avons été amené à effectuer la décomposition dans un grand ballon (20^l pour 1^{kg} de siliciure, capable de fournir environ 500^l de gaz); celui-ci est à moitié plein d'eau, dans laquelle la charge est immergée et il est disposé dans un bain-marie qu'on chauffe à la fin de l'opération. Le bouchon du ballon livre passage à quatre tubes. Un tube droit qui plonge dans le liquide, sert à l'alimentation avec HCl pur du commerce; un autre tube au balayage de l'appareil par un courant de H; un gros tube de sûreté doublement recourbé se rend sur une cuve à eau; enfin, un tube de dégagement est muni d'un robinet qu'on ferme pour la mise en marche, lorsque tout l'appareil a été balayé par H et qu'on n'ouvre ensuite que quand le gaz se dégage régulièrement par le tube de sûreté et s'y enflamme en arrivant à l'air (il se produit fréquemment de petites explosions dans le ballon lors de la mise en marche); le reste de l'appareil comporte un flacon laveur, avec de l'eau légèrement acidulée par HCl et s'il y a lieu, des appareils desséchants; la dessiccation du gaz est assurée par son passage à travers un tube en U, plongé dans un mélange réfrigérant qui condense la majeure partie de l'eau

entraînée, puis dans deux colonnes jumelles de 1^m de longueur chacune, garnies de chlorure de calcium desséché du commerce, qu'on a eu soin de saturer préalablement de gaz HCl, dont l'excès a été enlevé au vide; nous nous sommes assuré que, dans ces conditions, la substance desséchante n'exerçait pas d'action destructive importante sur les siliciures de H; les joints de l'appareil doivent être très étanches (emploi de bouchons de caoutchouc percés comme raccords), sous peine de voir les tubes de communication s'obstruer par une substance blanche, dont l'aspect rappelle celui de la silice.

Nous avons déterminé, également dans cet appareil, la richesse du gaz aux différents stades de l'attaque, et nous avons trouvé qu'elle était, en général, de 1 à 1,5 pour 100, inférieure à celle de l'essai direct. Quand le gaz dégagé est riche, il s'enflamme spontanément à l'air, mais quand il est pauvre et qu'il renferme moins de 0,5 pour 100 évalué en SiH^4, il fume simplement à l'air; les fumées ainsi produites ne sont pas formées de silice, car elles déflagrent à l'approche d'un corps enflammé.

On peut produire et recueillir d'assez grandes quantités de ce corps en dirigeant le gaz dans un large manchon avec de l'air et suffisamment de CO^2, pour éviter son inflammation ou l'explosion du mélange gazeux; on voit alors se former un dépôt floconneux d'un corps solide blanc très léger, combustible dans l'air à la façon de l'amadou; ce corps, desséché dans le vide en présence de P^2O^5, a une composition qui n'est pas absolument constante et paraît comprise entre celles qui correspondent aux formules $Si^2O^3H^4$ et $Si^2O^4H^4$; il paraît être un mélange de produits d'oxydation incomplets d'hydrures de Si; chauffé dans le vide, il perd de l'eau et laisse un résidu blanc d'un sous-oxyde de silicium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des combinaisons de l'hydrate chromique avec les acides aminés dérivés des albumines.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Au cours des travaux que nous poursuivons sur l'hydrolyse et la constitution des matières protéiques, nous avons été amenés à chercher des méthodes de séparation des amino-acides plus expéditives et plus sûres que celles qui sont habituellement employées. Nous avons essayé de combiner les acides aminés avec des substances minérales, par exemple avec l'acide fluorhydrique et les fluorures métalliques, et nous avons obtenu des combi-

naisons, dont quelques-unes cristallisent très bien, mais sont trop solubles pour se prêter à des séparations. Nous nous sommes alors adressés à des oxydes métalliques de la série $M^2O^6H^6$, espérant bloquer simultanément les groupements NH^2 et CO^2H, qui permettent aux amino-acides de se dissoudre réciproquement et rendent par là même leur séparation si difficile. Nous avons obtenu avec l'hydrate de chrome $Cr^2O^6H^6$ des résultats que nous allons exposer.

L'oxyde de chrome, fraîchement précipité, se combine, en effet, avec divers acides aminés : le glycocolle, la leucine, l'acide glutamique, le tryptophane, l'arginine, en donnant des solutions d'une belle couleur rouge.

En particulier, lorsqu'on chauffe à l'ébullition, au réfrigérant ascendant, une solution aqueuse concentrée de *glycocolle* (6^{mol}) avec de l'oxyde de chrome (1^{mol}), précipité à froid par l'action de la soude diluée sur le sulfate ou l'alun violets de chrome, on voit l'oxyde se dissoudre presque complètement en donnant une solution rouge pourpre qui, du reste, se produit à froid plus lentement. De cette solution se dépose un produit rouge lie de vin, qu'on peut aisément séparer de l'oxyde de chrome, qui n'a pas réagi, soit par lavage à l'eau acidulée, soit par simple lévigation.

Cette substance est cristallisée en petites tables rectangulaires, insolubles dans l'eau et dans les dissolvants organiques habituels. Elle se dissout lentement en rouge dans les acides; elle est décomposée, mais à la longue seulement, par les alcalis fixes qui en séparent de l'oxyde vert de chrome. Inaltérable à 200°, elle se décompose à une température élevée, en donnant du carbone, des bases pyridiques, de l'ammoniaque, et une poudre pyrophorique, qui s'enflamme à l'air en donnant de l'oxyde vert de chrome Cr^2O^3. Elle n'est pas attaquée, même à 200°, par l'acide chlorhydrique sec.

L'analyse élémentaire indique que ce corps contient pour 1^{mol} de chrome Cr^2 deux oxhydryles et 4^{mol} d'acide aminé.

La solution qui a abandonné cette substance rouge lie de vin donne, par évaporation lente, de petits cristaux rouge vermillon brillants, lourds, insolubles dans l'eau froide et dans les dissolvants organiques ordinaires. Cette nouvelle substance, cristallisée en prismes aciculés, est décomposée lentement par les alcalis avec formation d'oxyde vert de chrome; les acides la dissolvent en donnant un liquide rouge rubis. Vers 400°, ce dérivé se décompose comme le corps rouge lie de vin.

L'analyse élémentaire permet de le considérer comme une combinaison de 1 molécule de chrome Cr^2 avec 6 molécules d'acide aminé.

L'eau bouillante altère ce corps et donne un produit rouge violacé.

L'acide chlorhydrique sec l'attaque, à partir de 180°, en donnant un dérivé chloré, sans enlever le chrome à la molécule organique.

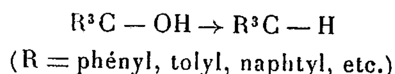
Le tétra et l'hexa-dérivés ne se comportent pas comme de vrais sels de chrome : les acides minéraux forts, du moins à froid, n'en séparent pas le métal; les alcalis n'agissent sur eux qu'avec lenteur.

Ces corps sont à rapprocher des oxalates de chrome de Grégory et de Croft, ainsi que des composés étudiés par M. Recoura et M. Wyrouboff. On peut expliquer leur formation en admettant que l'hydrate chromique y joue le rôle d'un alcool hexatomique dont quatre oxhydryles se prêtent plus facilement que les deux derniers à l'éthérification. Peut-être aussi doit-on envisager l'intervention de l'azote de l'acide aminé, avec production de corps dans lesquels le carboxyle et l'amidogène sont bloqués sur le métal.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ces composés pour en déterminer avec plus de précision la constitution détaillée et pour voir dans quelle mesure ils se prêtent à la séparation des amino-acides fournis par l'hydrolyse des matières albuminoïdes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide formique sur les triarylcarbinols.* Note de MM. **A. Guyot** et **A. Kovache**, présentée par M. A. Haller.

La transformation des triarylcarbinols en triarylméthanes



$$R^3C - OH \rightarrow R^3C - H$$
(R = phényl, tolyl, naphtyl, etc.)

ne présente en général aucune difficulté et l'on a utilisé dans ce but les réducteurs les plus variés.

Cependant, si l'on en excepte le procédé récent de Tschitschibabin à l'acide iodhydrique (*D. ch. G.*, t. XLIV, 1911, p. 441), les autres méthodes sont rarement quantitatives et deviennent inapplicables lorsque la molécule du carbinol renferme d'autres groupements susceptibles d'être réduits et qu'on se propose de respecter pendant la transformation.

Nous avons trouvé dans l'acide formique cristallisable un réducteur remarquable dont l'action semble spécifiquement limitée aux fonctions triarylcarbinoliques et dont l'emploi est fort simple :

Il suffit de traiter une partie du carbinol à réduire par vingt parties d'acide formique cristallisable; les solutions ainsi obtenues, qui présentent des colorations

identiques à celles que donnent ces mêmes carbinols au contact de l'acide sulfurique concentré, se décolorent plus ou moins rapidement à chaud; en même temps, on observe un dégagement régulier d'acide carbonique et la formation de cristaux ou de gouttelettes huileuses constitués par le carbure méthanique correspondant.

Il y a donc eu réduction du carbinol conformément à l'équation



$$R^3C - OH + H - CO^2H = R^3C - H + CO^2 + H^2O.$$

L'acide carbonique dégagé au cours de cette réduction, préalablement débarrassé des vapeurs d'acide formique entraînées, peut être recueilli et pesé avec la même exactitude que dans une analyse organique. Ce dosage, qui s'effectue sur quelques décigrammes de substance, constitue une méthode précise de détermination du nombre des hydroxyles triarylcarbinoliques existant dans une molécule.

Nos expériences qui ont porté jusqu'alors sur les carbinols suivants: triphénylcarbinol, paratolyldiphénylcarbinol, diparatolylphénylcarbinol, orthobenzoyltriphénylcarbinol et dihydrure d'anthracène γ-hydroxylé-γ-triphénylé (I)



nous ont donné dans tous les cas des résultats sensiblement quantitatifs.

Toutefois, avec le α-naphtyldiphénylcarbinol, le phényloxanthydrol (II) et le dihydrure d'anthracène γ-dihydroxylé-γ-diphénylé symétrique (III),



bien que la transformation du carbinol en carbure semble également complète, nous avons recueilli une quantité d'acide carbonique sensiblement inférieure à la quantité théorique. Nous nous réservons d'étudier de plus près le mécanisme de cette anomalie.

BOTANIQUE. — *La nervation dichotomique chez les Conifères.* Note de M. A. Tison, présentée par M. Guignard.

On admet que la nervation dichotomique est le mode le plus primitif de ramification des nervures. Mais on ne sait généralement pas assez que cette

nervation se retrouve fréquemment chez les Conifères [1]. Même dans les feuilles des *Agathis*, *Araucaria* (Colymbea), *Podocarpus* (Mageia), beaucoup d'auteurs n'admettent à tort que la nervation parallèle. Or, je veux démontrer ici que cette nervation dichotomique est, en réalité, de règle chez les Conifères toutes les fois qu'il s'agit de feuilles plurinerviées et qu'on la retrouve même constamment dans les cônes femelles à l'intérieur, soit des bractées mères, soit des écailles ovulifères suivant les genres.

Feuilles. — Dans le genre *Agathis*, les premières dichotomies des deux faisceaux sortants se produisent très bas ; il faut aller les chercher dans la portion de la trace foliaire, souvent très longue, qui circule presque verticalement à l'intérieur de l'écorce de la tige, avant de sortir dans la feuille. Ces dichotomies déjà nombreuses forment, en pénétrant dans la base de la feuille, autant de nervures qui s'y multiplient en continuant à se bifurquer. Ce n'est qu'après s'être étalées en éventail qu'elles deviennent parallèles sur la plus grande longueur du limbe foliaire.

Chez les *Araucaria imbricata* Pav. et *brasiliensis* A. Rich., on n'observe qu'un seul faisceau sortant qui se ramifie encore par dichotomie dans la portion intra-corticale également très longue de la trace foliaire. Dans ces espèces, les nervures ainsi formées deviennent parallèles dès leur entrée dans la base du limbe.

Les *Podocarpus* (Nageia) offrent la même disposition que les *Agathis*, à cela près que les deux faisceaux sortants se rendant immédiatement dans la feuille et y rencontrant un court pétiole, c'est surtout dans la base du limbe que se produisent les dichotomies.

Pièces foliaires des cônes femelles. — Dans le bractée mère de l'*Araucaria imbricata* Pav., la nervation est la même que dans la feuille. Il en est encore ainsi chez l'*Agathis Moorei* Lindl., puisque la dizaine de nervures qui y pénètrent s'y étalent en éventail et continuent à s'y dichotomiser une ou deux fois près de son bord.

Chez le *Cedrus Libani* Barr., les deux faisceaux qui pénètrent dans la base de l'écaille ovulifère se ramifient en éventail en se dichotomisant un grand nombre de fois à la façon de la nervation du *Ginkgo*. Chez d'autres Abiétinées, le système sortant dans l'écaille ovulifère forme à sa base une large bande continue qui se résout ensuite en une dizaine de faisceaux. Ces derniers se dichotomisent : à la base, au milieu, et vers le sommet de l'écaille (*Pseudotsuga Douglasii* Carr.) ; à sa base et au milieu (*Picea excelsa* Link.) ; à sa base et à son sommet (*Abies Pinsapo* Boiss.) ; à sa base et quelquefois à son sommet (*Tsuga Sieboldii* Carr.) ; à sa base et un peu vers le milieu ou vers le sommet de l'écaille (*Larix europœa* D. C.) ; à sa base seulement (*Pinus Laricio* Poir.).

Chez le *Sequoia gigantea* Torr., la bractée mère et l'écaille ovulifère sont toutes deux plurinerviées. Toutes deux possèdent dans leur base une dizaine de larges fais-

---

[1] Conformément à l'opinion récente de la plupart des botanistes, je considère le *Ginkgo* comme ne faisant plus partie des Conifères et comme représentant un phylum à part.

ceaux accolés qui, après s'être séparés, se dichotomisent deux ou trois fois à différents niveaux.

La base de l'écaille ovulifère du *Biota orientalis* Endl., renferme de même quatre ou cinq faisceaux accolés qui, se séparant, se dichotomisent en général deux ou trois fois. Il en est encore de même dans celle du *Libocedrus decurrens* Torr., mais le nombre des faisceaux de la base est plus considérable.

Chez d'autres genres, il n'existe que trois faisceaux à la base. Dans l'écaille ovulifère du *Thuiopsis Dolabrata* Sieb. et Zucc., ils se dichotomisent deux ou trois fois. Dans celle du *Cryptomeria japonica* Don., le faisceau médian se dichotomise une fois et les deux latéraux deux fois. Dans la bractée mère du *Juniperus communis* L. et du *Cryptomeria japonica*, le faisceau médian reste indivis et les deux latéraux se dichotomisent une fois. Dans l'écaille ovulifère du *Sciadopitys verticillata*, le faisceau médian se dichotomise une fois, les deux latéraux prennent une direction transversale et il s'en détache, à angle droit, trois nervures qui se dichotomisent chacune une fois, les branches de la dichotomie restant très rapprochées.

Dans l'écaille ovulifère du *Fitzroya patagonica* Hook., deux faisceaux, d'abord accolés, donnent par dichotomie quatre branches qui se bifurquent chacune une fois vers le sommet. Dans celle de *Glyptostrobus heterophyllus* Endl., les deux faisceaux de la base se dichotomisent d'abord rapidement, puis les branches externes se bifurquent encore une ou deux fois.

Chez le *Cupressus macrocarpa* Hartw., le gros cordon libéro-ligneux qui pénètre dans la base de l'écaille se partage en une dizaine de branches, puis celles-ci se dichotomisent chacune deux fois, l'ensemble des nervures s'étalant, vers l'écusson de la pièce strobilaire, en un cône ouvert du côté de la bractée mère. On trouve la même disposition chez le *Chamæcyparis Lawsoniana* Parl., mais avec réduction du nombre des nervures, et chez le *Callitris quadrivalvis*, avec une seule dichotomie basilaire des branches.

En résumé, la dichotomie se montre comme le mode de ramification normal des nervures dans tous les appendices plurinerviés des Conifères. Il est intéressant de constater que cette nervation, d'origine filicinéenne, dont la persistance chez les Cycadées et les Ginkgoacées est bien connue, a subsisté jusque chez les Conifères toutes les fois au moins que la réduction foliaire n'a pas été trop accentuée. La dichotomie primitive des nervures n'a, en somme, disparu d'une façon définitive que chez les Angiospermes.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la forme de l'Oïdium du Chêne en France.* Note de MM. **G. Arnaud** et **Et. Foëx**, présentée par M. L. Mangin.

Depuis quelques années, un *Oïdium* se développe abondamment sur les diverses espèces de Chênes de nos pays, sans être accompagné de la forme parfaite, des périthèces. La forme conidienne a fait l'objet de nombreuses

publications : Hariot puis Mangin ont rapporté ce champignon au *Microsphæra quercina* (*M. Alni* pr. p. de Salmon). Certains auteurs (Ducomet, etc.) ont signalé des différences dans la forme des conidies, entre le *M. Alni* et le nouveau parasite. Ce dernier a reçu, de Griffon et Maublanc, un nom particulier : *Oidium alphitoides*.

L'un de nous a eu l'occasion de recueillir des périthèces du parasite en question sur le Chêne Rouvre : *Quercus sessiliflora* Smith (*Q. Robur* L. pr. p.), à Cavillargues (Gard), le 30 décembre 1911 ; cela nous permet d'apporter quelques précisions. Trois points sont à examiner : systématique du champignon, son origine et les causes de son extension, causes de l'apparition exceptionnelle des périthèces.

Les périthèces observés par nous appartiennent bien au genre *Microsphæra* et au groupe *M. Alni* de Salmon, ce qui confirme l'opinion de Hariot et Mangin. Grâce à des échantillons que nous devons à l'obligeance de M. le professeur Farlow, nous avons pu examiner les *Microsphæra* américains et constater l'identité de notre *Microsphæra* avec celui qui se développe sur les Chênes dans l'Amérique du Nord (*Quercus nigra*, *Quercus alba*, etc.) et qui est le *M. quercina* (Schweinitz) Burrill (= *M. Alni* de Salmon pr. p.). Le premier nom nous paraît préférable, car le nom spécifique « *Quercina* » est plus ancien et il n'est pas démontré que tous les *Microsphæra* réunis par Salmon sous le nom de *M. Alni*, aient les mêmes propriétés. Le *M. Alni* des *Viburnum* (*V. Lantana* de France, *V. acerifolium* d'Amérique) se distingue par des périthèces plus petits (75^{μ}), fulcres rares (3 à 6), mycélium peu abondant, etc.

Le *M. quercina* observé en France a les caractères suivants :

Mycélium extrêmement abondant, formant, surtout à la face supérieure des feuilles, une couche blanche feutrée, parfois très serrée presque stromatique, filaments présentant souvent des renflements gemmiformes de la paroi (Ferrari, Foëx). Suçoirs appendiculés ou lobulés. *Périthèces* gros (100^{μ} à 150^{μ}, en général 130^{μ}), à surface formée de grandes cellules (15^{μ} à 20^{μ}), fulcres plus nombreux que dans les échantillons américains, de 15 jusqu'à 40, rugueux à la base, courts : leur longueur égalant le diamètre du périthèce, leur ramification est identique à celle qui est figurée par Salmon pour le *M. Alni* type. *Asques* nombreux, 6 à 10 ou plus, de $60 \times 30^{\mu}$, à 1-4 spores. *Ascospores* (presque adultes dans nos échantillons) ellipsoïdes, $22\text{-}30 \times 12^{\mu}$. *Conidiophores* monospores. *Conidies* (les échantillons américains en étaient dépourvus) très variables, de forme ellipsoïde ou en tonnelet [1]. (Ces diverses formes ont amené certains auteurs à faire des *distinctions non justifiées*.)

---

[1] Foëx, *Miscellanées*. III : *Oidium alphitoides*. — Griffon et Maublanc, *Oïdium des Chênes* (*Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier*, 2e série, t. XI, fasc. 3, janvier 1912).

Le *M. quercina* existe depuis longtemps dans l'Amérique du Nord, le fait est certain, en est-il de même pour l'Europe où bien le parasite a-t-il traversé depuis peu l'océan Atlantique? En faveur de l'hypothèse d'une introduction récente, on a invoqué différents arguments qui ne sont pas convaincants. Ce qui a frappé les observateurs, c'est le développement rapide et intense du parasite dans toute la France; mais beaucoup de Champignons indigènes, sans présenter un phénomène aussi général, se développent certaines années très abondamment, puis disparaissent en apparence. L'*Oïdium*, malgré sa végétation souvent luxuriante, se trouve chez le Chêne dans un état précaire; c'est-à-dire que l'association des conditions nécessaires à son développement est instable; parfois elle n'est pas réalisée ou se détruit pour des causes en apparence insignifiantes. De très faibles modifications dans les conditions physiologiques des feuilles et du milieu peuvent empêcher complètement ou pousser à l'extrême le développement du parasite. Certaines variétés, d'abord considérées comme indemnes, se montrent dans certains cas les plus réceptives. Les mêmes considérations enlèvent également beaucoup de valeur au fait que les Aulnes et les Chênes d'Amérique plantés en France ne sont pas attaqués. Comme Mangin a constaté l'identité entre un *Microsphæra* développé sur le *Quercus Robur* en Suisse (antérieur à l'invasion actuelle) et le *Microsphæra* des Chênes américains, et que les différences indiquées entre les conidies de l'ancien *Oidium quercinum* Thümen (du Portugal) et l'*Oidium alphitoides* n'ont pas de valeur spécifique certaine, on peut donc penser que le *M. quercina* existe depuis longtemps sur les Chênes dans l'Amérique du Nord et en Europe. En Europe, le Champignon, d'abord localisé ou rare, a pris une extension et un développement considérables sous l'influence de légères modifications du milieu, favorables à son évolution.

Il semble que, pendant plusieurs années, l'*Oïdium* du Chêne n'a pas formé de périthèces; rappelons que, pendant 40 ans environ, on a ignoré en France les périthèces de l'*Oidium* de la Vigne (*Uncinula spiralis* ou *necator*). L'apparition des périthèces du *M. quercina* peut être rapportée à deux sortes de causes : 1° ces périthèces ont été recueillis sur les feuilles de repousses d'un tronc de Chêne; ces feuilles présentaient visiblement, par leur petitesse, un état maladif; de plus, la même souche portait un deuxième tronc mort récemment; 2° dans le midi de la France, le climat a été exceptionnel en 1911, été très sec, pluies diluviennes en octobre, automne très doux. Il en est résulté des perturbations dans l'évolution de beaucoup de végétaux : floraisons automnales de Pommier, Poirier, Cerisier, etc. Les feuilles de Chêne portant les périthèces étaient encore bien

vivantes le 30 décembre; un Amandier voisin présentait encore quelques feuilles fraîches, ce qui est exceptionnel à cette époque de l'année.

ANTHROPOLOGIE CRIMINELLE. — *Sur les caractères morphologiques de* 61 *meurtriers ou homicides volontaires français*. Note [1] de MM. **A. Marie** et **Léon Mac-Auliffe**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les statistiques fournies par la présente Note portent sur 61 Français meurtriers ou homicides volontaires. Ces individus sont groupés par délits et classés d'après les moyennes en usage à la Préfecture de Police, moyennes dont M. A. Bertillon est l'auteur [2]; nous lui devons également les documents fondamentaux de cette étude.

Le plus âgé des criminels envisagés avait 56 ans; le plus jeune, 16 ans, mais était de taille extraordinaire pour son âge, 1^m, 675. Quatre avaient 17 ans (tous étaient très grands pour leur âge; parmi eux, un avait une taille de 1^m, 725). Dix avaient 19 ans (cinq dépassaient de plus de 2^{cm} la moyenne d'un homme parisien adulte; trois dépassaient 1^m, 71; un avait 1^m,77). Neuf avaient 21 ans (six dépassaient 1^m, 675; trois, 1^m,70; un avait une taille de 1^m, 805). Huit avaient de 22 à 25 ans inclus (quatre dépassaient 1^m, 70). Quinze avaient de 26 à 30 ans ans inclus (sur ce nombre six étaient des grands; cinq avaient plus de 1^m, 70). Douze avaient de 31 à 40 ans inclus (sur ce nombre trois grands dont deux au-dessus de 1^m, 70). Deux avaient au-dessus de 50 ans (l'un était petit, l'autre moyen).

Si l'on classe ces individus suivant les 4 types morphologiques de Sigaud, de Lyon, on observe que la majorité d'entre eux appartient au *type à prédominance musculaire*, ce qui s'explique par l'effort physique nécessaire pour tuer.

La proportion de cérébraux (11 sur 61) est relativement élevée chez ces criminels, mais la désignation des délits montre qu'en grande majorité ils ont commis leur crime *sans effort musculaire*. Presque tous ont tué des fillettes après les avoir violées ou ont tué avec un révolver.

Enfin, la plupart des assassins appartiennent à la variété massive du type musculaire, c'est-à-dire que chez eux tous les segments du corps, sauf le buste, sont grands par rapport à la taille (ce fait ressort de l'étude de notre statistique appliquée aux sujets de plus de 21 ans).

---

(1) Présentée dans la séance du 26 décembre 1911.

(2) Voir les statistiques officielles ou : *Morphologie médicale*, par A. Chaillou et L. Mac-Auliffe, p. 214 et 215. Doin, Paris; 1912.

Pour qui sait l'importance *pathologique* des troubles attribués au « gigantisme » et à l' « acromégalie », aux viciations de sécrétion des glandes internes, en un mot à tous ces troubles de développement si fréquents entre 16 et 25 ans (et notre statistique indique 31 sujets sur 61, au-dessous de cet âge), il devient évident que la criminalité des meurtriers et homicides relève en grande partie de la pathologie; ce qui ne veut pas dire que la société n'ait pas le droit de lutter par tous les moyens contre ces individus dangereux.

TABLEAU A.

HOMICIDES VOLONTAIRES.

		Moins de 21 *ans* (13).	*Au-dessus* (29).
Tailles	grandes	6	13
	moyennes	7	5
	petites	0	11
Envergures	grandes	8	14
	moyennes	2	10
	petites	3	5
Bustes	grands	6	9
	moyens	5	14
	petits	2	6
Long. de tête	grandes	8	13
	moyennes	3	8
	petites	2	8
Larg. de tête	grandes	4	12
	moyennes	3	7
	petites	6	10
Pieds gauch.	grands	8	11
	moyens	4	8
	petits	1	10
Médius gauch.	grands	3	12
	moyens	6	8
	petits	4	9
Auric. gauch.	grands	3	11
	moyens	6	8
	......	4	10
Coudé gauch.	grandes	4	13
	moyennes	6	6
	petites	3	10

TABLEAU B.

MEURTRIERS.

		Moins de 21 *ans* (2).	*Au-dessus* (19).
Tailles	grandes	2	7
	moyennes	0	5
	petites	0	5
Envergures	grandes	1	11
	moyennes	0	4
	petites	1	2
Bustes	grands	0	3
	moyens	2	8
	petits	0	6
Long. de tête	grandes	0	8
	moyennes	1	4
	petites	1	5
Larg. de tête	grandes	0	9
	moyennes	1	3
	petites	1	5
Pieds gauch.	grands	0	8
	moyens	2	6
	petits	0	3
Médius gauch.	grands	1	5
	moyens	0	5
	petits	1	7
Auric. gauch.	grands	0	6
	moyens	1	9
	petits	1	2
Coudé gauch.	grandes	1	7
	moyennes	1	4
	petites	0	6

RÉCAPITULATION.

Tailles	Grandes	28
	Moyennes	17
	Petites	16

Envergures	Grandes	34	*Bustes*	Grands	18
	Moyennes	16		Moyens	29
	Petites	11		Petits	14
Longueurs de tête	Grandes	30	*Largeurs de tête*	Grandes	25
	Moyennes	15		Moyennes	14
	Petites	16		Petites	22
Médius gauches	Grands	21	*Auriculaires g.*	Grands	20
	Moyens	19		Moyens	24
	Petits	21		Petits	17
Pieds gauches	Grands	27	*Coudées gauches*	Grandes	25
	Moyens	20		Moyennes	17
	Petits	14		Petites	19

Types humains	Musculaire	44 individus
	Cérébral	11 »
	Digestif	4 »
	Respiratoire	2 »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Le régime alimentaire et la longueur de l'intestin chez les Mammifères.* Note ([1]) de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons déjà montré l'influence prépondérante de l'alimentation sur le tube digestif des Oiseaux ([2]). Il était indispensable d'établir avec ces recherches des comparaisons et de voir quelle généralité comportaient les rapports qui nous étaient apparus avec évidence. Aussi nous avons poursuivi dans la classe des Mammifères, avec des matériaux aussi abondants que ceux utilisés pour les Oiseaux, une étude parallèle à celle qui avait fait l'objet du précédent travail.

Nous avons disséqué 280 Mammifères indigènes répartis en 30 espèces.

C'est le nombre qui m'a été accessible après deux années de recherches;

([1]) Présentée dans la séance du 8 janvier 1912.

([2]) A. Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire des Oiseaux* (*Coll. de Morph. dyn.*, Paris, Hermann, 1911).

nous compléterons d'ailleurs ultérieurement par l'examen des espèces plus rares et de quelques espèces exotiques.

Ces animaux ont été tués à la chasse, sauf le Mouton et le Cheval. L'intestin retiré de la cavité abdominale a été étalé et mesuré en centimètres. Les longueurs ainsi obtenues ont été rapportées à la longueur du corps prise du museau à l'anus et exprimée en centimètres et à la longueur du corps calculée par la formule $l = K\sqrt[3]{P}$, P étant exprimé en grammes. Cette dernière longueur ne donne de résultats comparables que si la forme et la densité des animaux est la même, ce qui n'est exact qu'approximativement.

Voici les résultats obtenus suivant les différents régimes :

	Poids moyen.	Rapport de la longueur de l'intestin à la longueur réelle du corps.	Rapport de la longueur de l'intestin à la longueur $l = \sqrt[3]{P}$.
Insectivores	7,20 g	2,5	6,3
Carnivores	546,70	3,7	14,1
Piscivores (¹)	5760	4,6	17,5
Omnivores	102,90	6,8	22,6
Frugivores	759,60	7,1	23,7
Granivores	190,60	8,7	26,0
Omnicarnivores	192,00	8,6	29,6
Herbivores	47344,70	15,1	54,2

Il est à remarquer tout d'abord qu'on obtient le même classement en employant les deux longueurs du corps.

Ce sont les groupes qui se nourrissent d'animaux qui ont le moins d'intestin et les végétariens qui en possèdent le plus; entre les deux se placent les Omnivores. En approfondissant, on voit que les Insectivores ont le moins de longueur intestinale et que les Omnicarnivores en ont beaucoup. Or ce dernier groupe est composé d'espèces appartenant à l'ordre des Insectivores; ils se nourrissent de petits rongeurs, vers de terre, assez fréquemment de batraciens et serpents, rarement d'insectes. Ils mangent en somme un peu toute sorte de chair.

Or il est à signaler que les Oiseaux nous ont donné un classement iden-

(¹) Nous n'y comprenons pas les Cétacés dont le corps, privé de membres, est tellement modifié par la vie aquatique que les rapports au poids total ne sont pas comparables avec ceux obtenus chez les autres Mammifères.

tique avec les Insectivores en bas de l'échelle et les Herbivores en haut. Le Tableau suivant fera mieux saisir la ressemblance :

Mammifères.	Rapport de la longueur d'intestin à la longueur du corps $l = K\sqrt[3]{P}$.	Oiseaux.	Rapport de la longueur d'intestin à la longueur du corps $l = K\sqrt[3]{P}$.
Insectivores	6,3	Insectivores	6,30
Carnivores	14,10	Omnivores (corbeaux)	10,20
Piscivores	17,50	Carnivores	10,50
Omnivores	22,60	Frugivores	11,50
Frugivores	23,70	Piscivores	12,40
Granivores	26,00	Granivores	12,80
Omnicarnivores	29,60	Omnicarnivores (grands échassiers)	15,50
Herbivores	54,20	Herbivores (Oie, Cygne)	16,70

Le classement est le même et le phénomène présente donc une généralité qui nous montre que le régime alimentaire est bien le gros facteur de l'évolution du tube digestif.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Le rapport brachio-antibrachial chez les Cheiroptères.* Note [1] de M. **Bizot**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les caractères morphologiques différentiels des Mégacheiroptères et des Microcheiroptères sont bien connus, dans leur ensemble, sinon dans leurs détails, des anatomistes. Il est intéressant de soumettre ces caractères à une étude raisonnée et de rechercher quel est, au point de vue adaptatif, leur importance. Il semble, en effet, que le vol des Mégacheiroptères ne soit pas absolument du même type que celui des Microcheiroptères.

Dans un Ouvrage actuellement sous presse, M. R. Anthony, après avoir fait remarquer que les chauves-souris en général pratiquent le vol ramé, croit devoir faire quelques réserves au sujet des Roussettes.

« La position de l'aile, dit-il, qui pointe légèrement en avant, si l'on s'en rapporte à la silhouette donnée par Mouillard et un certain nombre de caractères morphologiques (taille relativement considérable, moindre lon-

---

(1) Présentée à la séance du 8 janvier 1912.

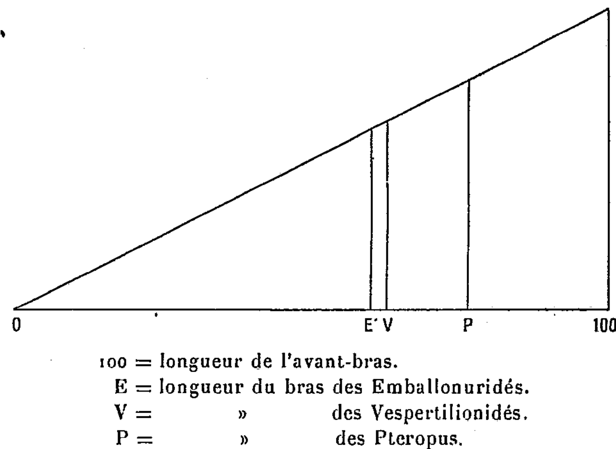
gueur du deuxième doigt qui peut être considéré comme l'analogue physiologique de la rémige terminale des oiseaux, proportion des articles du membre antérieur) font penser que ces animaux peuvent être capables de voler à voile. »

Je me suis borné, dans ce travail, à étudier une relation assez constante qui paraît exister entre le rapport du bras à l'avant-bras

$$\left(I = \frac{\text{longueur du bras} \times 100}{\text{longueur de l'avant-bras}}\right)$$

et la taille dans les deux groupes de Cheiroptères.

Des mensurations effectuées sur un assez grand nombre d'individus, cadavres et squelettes, m'ont amené à conclure que plus une chauve-souris



100 = longueur de l'avant-bras.
E = longueur du bras des Emballonuridés.
V = » des Vespertilionidés.
P = » des Pteropus.

est de grande taille, plus le bras, d'une façon générale, est long par rapport à l'avant-bras et inversement.

Chez les Pteropus, par exemple, qui sont, comme l'on sait, les plus grands Cheiroptères, l'indice que nous avons calculé sur six individus varie de 78,4 à 70,6 avec une moyenne de 74,9.

Chez les Vespertilionidés, qui sont généralement des Cheiroptères de petite taille, l'indice que nous avons calculé sur seize individus varie de 69,3 à 57,5 avec une moyenne de 62,81.

Chez les Emballonuridés, qui sont représentés par des individus de taille plutôt un peu inférieure dans l'ensemble à celle des Vespertilionidés, l'indice varie de 68,09 à 54,40 avec une moyenne de 59,04.

De plus, ce qui prouve que ces dimensions relatives ne sont pas en

rapport avec les caractères généraux de la famille, mais bien plutôt avec la taille des individus, c'est que les Cynoptères, Cheiroptères de petites dimensions, bien qu'appartenant avec les Pteropus au groupe des Frugivores, présentent, d'après du moins les deux individus adultes que nous avons mensurés, des indices de 59,5 et de 57,6.

En tenant compte des variations individuelles, on peut donc conclure que, d'une façon générale, à l'accroissement de taille correspond un accroissement de la longueur du bras par rapport à celle de l'avant-bras.

Le graphique ci-contre rend compte de cette particularité.

Il serait intéressant de rechercher, par les méthodes physiologiques modernes, si à des valeurs différentes d'indices en rapport avec la taille correspondent effectivement, chez les Cheiroptères, des modes de vol différents.

Un excellent observateur, Mouillard, dit que les plus gros Cheiroptères ont un vol beaucoup plus lent que les petits, et que l'on confond la nuit la Roussette d'Égypte avec la Chouette dont elle a la taille et le vol. Chez les Oiseaux, d'ailleurs, on sait que le vol est toujours plus lent chez les grosses espèces. Quant aux Microcheiroptères, ils ont au contraire un vol précipité se rapprochant plutôt de celui des petites espèces de Passereaux.

L'indice élevé (bras long par rapport à l'avant-bras) correspond donc, chez les Cheiroptères, non seulement à une taille plus forte, mais encore, d'une façon très vraisemblable, à un vol plus lent et inversement.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur une bande controversée du spectre ultraviolet des sangs à oxyhémoglobine*. Note de Mlle **E. Peyrega** et de M. **F. Vlès**, présentée par M. Yves Delage.

On sait que Soret (1883) a signalé dans le spectre du sang à oxyhémoglobine, au voisinage de la grande bande classique γ qui porte son nom, une bande tombant sur Cd 12. Cette dernière bande a été niée par presque tous les auteurs qui ont repris la question (Gamgee, Dhéré, etc.; seul, Grabe fait des réserves); elle est actuellement considérée comme l'effet d'une impureté accidentelle (Kayser). Nous avons été assez surpris, en examinant les spectrogrammes ultraviolets des divers sangs à oxyhémoglobine, de trouver une bande importante coïncidant approximativement avec celle indiquée par Soret; nous avons, en conséquence, jugé nécessaire d'en reprendre l'étude.

I. *Répartition.* — Nous avons pu observer la bande en question dans les spectrogrammes de *sang total* à oxyhémoglobine (sang oxygéné de Soret) de tous les types que nous avons pu examiner (homme, cheval, lapin, poulet, pigeon, tanche, planorbe, arénicole); nous l'avons obtenue également dans du sang total réduit (cheval). Elle est plus ou moins nette suivant les types ou les sources employées, mais d'existence peu contestable.

II. *Origine.* — Cette bande paraît donc être, par sa répartition, un des constituants normaux des sangs à hémoglobine; reste à savoir à quel élément du sang total on doit l'attribuer.

Un litre de sang de cheval oxalaté est centrifugé pendant 2 heures. Le liquide (plasma + sérum) est séparé, la couche de leucocytes éliminée. Les hématies isolées sont lavées plusieurs fois par centrifugations successives dans de la solution physiologique de Na Cl; reprises finalement elles sont laquées dans leur volume d'eau distillée additionnée de quelques centimètres cubes d'éther, puis l'ensemble est de nouveau centrifugé pendant 2 heures pour éliminer les derniers restes de leucocytes et la plus grande part des stromas globulaires.

L'étude spectrographique montre que la bande controversée, nette dans le spectre du sang total initial, est sensiblement nulle dans celui du plasma-sérum; par contre, elle est extrêmement nette dans le spectre de la solution d'oxyhémoglobine définitive. Elle doit donc appartenir, soit à l'oxyhémoglobine elle-même, soit à une substance ayant pu accompagner celle-ci en solution; cette dernière hypothèse est d'ailleurs assez peu vraisemblable, une substance parasite ne paraissant pouvoir se présenter qu'en quantités beaucoup trop faibles pour fournir une bande de cette importance.

III. *Caractéristiques.* — On trouvera ci-dessous quelques mesures pour du sang de cheval, indiquant les caractéristiques de la bande en question (γ') et ses rapports avec les autres bandes du spectre. On pourra constater qu'elle est relativement beaucoup plus importante que la bande jaune-verte β classique. L'axe de γ' paraît être légèrement en avant de Cd 12 vers le rouge.

Sang total oxygéné de cheval. Spectrogrammes sous épaisseur constante (36^{mm}) *et concentrations variables; plaques Chromo-Isolar. Source : arc au fer-charbon. Pose,* 30 *secondes; limites des spectrogrammes* 589-23(0)$^{\mu\mu}$.

Concentration.	α	β	γ	γ'	δ	ε
$\frac{1}{80}$	588———	—518	487———	———	———	———
$\frac{1}{140}$	586-564	553-530	450-371	315-305	301———	———
$\frac{1}{170}$	584-566	557-530	442-380	354-322	299———	———

Concentration.	α		γ	γ'	δ	ε
$\frac{1}{230}$	577-570	540-530	438-380	348-323	296———	
$\frac{1}{320}$	577-570	?	438-383	333	292———	
$\frac{1}{470}$	577-570		427-392	333	290-254	251-

IV. *Conclusions.* — D'après les résultats ci-dessus, il est vraisemblable que l'observation de Soret n'a pas été erronée, aussi bien au point de vue de la position de la bande (l'axe de celle-ci est vers $333^{\mu\mu}$ au voisinage de Cd 12 = 328) que de l'interprétation de son origine. Il est probable que ces détails ont échappé aux autres auteurs parce que ceux-ci ont en général employé des variations de concentration trop rapides.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des piliers internes de l'organe de Corti.* Note de M. E. Vasticar, présentée par M. Henneguy.

J'ai exposé antérieurement [1] que les piliers à palette de l'organe de Corti représentaient un type de piliers internes bien distincts des piliers à mortaise.

La palette que je décris n'est, selon moi, qu'une formation céphalique faisant partie intégrante d'un pilier interne spécial pourvu d'un corps et d'un pied de forme particulière, ainsi que d'une cellule formative. Elle prend, du reste, une coloration propre. Après l'action de l'hémalun, elle se colore avec la safranine en rouge violacé sombre, tandis que certains éléments de la tête du pilier externe, sensible à la safranine, revêtent une teinte rouge vif.

La palette n'offre, en outre, aucune ligne de démarcation bien tranchée avec son cadre. Elle lui est unie par l'intermédiaire d'une substance amorphe, plutôt claire, qui sert de tissu de transition avec la partie filamenteuse du pilier.

La portion du pilier qui, inférieurement, fait suite à la palette est aplatie latéralement, c'est-à-dire dans le sens spiral, sens inverse à celui des piliers à mortaise déprimés radialement. Elle se trouve encastrée, peu après son

(1) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1023, séance du 20 novembre 1911.

origine, entre deux piliers à mortaise. Dans sa partie supérieure, elle déborde par son bord externe les masses cytoplasmiques de ces derniers piliers, mais sa largeur diminuant rapidement elle ne tarde pas à être totalement englobée dans ces masses, en constituant le corps du pilier proprement dit. Celui-ci résulte du fusionnement des substances amorphe et filamenteuse en une tige cylindrique grêle qui continue à occuper l'espace compris entre deux cellules piliers à mortaise. Cette tige est assez régulièrement calibrée et

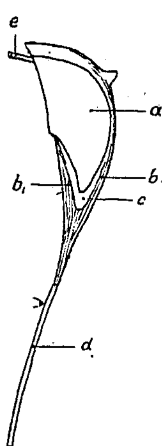


Fig. 1.

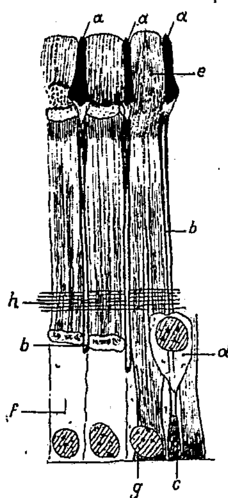


Fig. 2.

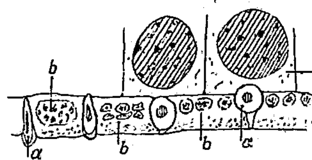


Fig. 3.

semble douée d'une grande rigidité. Son tissu est très compact, sa surface lisse et exempte de granulations visibles. Il est opaque. Un de ses caractères particuliers est de rester à peu près réfractaire à l'action des colorants, offrant ainsi une grande analogie avec le filament piliforme que j'ai montré reliant l'extrémité supérieure de la palette à la phalange de la première rangée. On ne le distingue souvent que par sa surface de section colorée fortement par l'hématoxyline. Le centre seul de la section fixe la safranine. Il est donc formé d'un tissu central et d'un tissu périphérique de nature différente. Dans des coupes tangentielles à la surface épithéliale divisant les piliers perpendiculairement à leur axe, on trouvera sa tranche sur la ligne générale de section, dans l'espace clair qui sépare deux piliers à mortaise. Le corps cylindrique du pilier à palette accompagne les piliers à mortaise dans toutes leurs flexuosités, mais ne leur est pas absolument parallèle. Placé, à la partie supérieure, un peu en dehors, il les croise à angle très aigu vers leur partie moyenne au niveau d'une bande filamenteuse spirale que je

distingue de filets avoisinants et dans laquelle je persiste à voir une sangle de contention extérieure de tous les piliers internes. Il vient ensuite faire saillie en dedans, c'est-à-dire vers l'axe du limaçon, pour se terminer au sommet d'un corps grossièrement granuleux, étiré en forme de bâtonnet, qui se fixe sur la lèvre tympanique, un peu en dedans de l'insertion des piliers à mortaise et au niveau d'un espace libre intercalaire. Ces bâtonnets sont colorés par la safranine. Sur des coupes axiales, il apparaît comme une ligne claire située sur le côté axial des piliers internes. Il importe de le distinguer d'autres espaces clairs, représentant soit des bandes de cytoplasme, soit des solutions de continuité de la celloïdine d'inclusion.

Le pilier interne à palette est également une cellule pilier, dont la masse cytoplasmique principale occupe le bord axial des piliers. La cellule est à cheval sur chaque pilier à palette et renferme un noyau. Celui-ci est à proximité du pilier à la hauteur de la sangle spirale. Des prolongements cytoplasmiques souvent très réduits accompagnent, du côté du tunnel, le pilier jusqu'à la palette.

Explication des figures.

Figure 1. — Vue de profil du pilier interne à palette : *a* palette ; *b*, b_1 branches interne et externe du cadre, *c* substance amorphe intermédiaire, *d* tige cylindrique du corps du pilier, *e* filament piliforme.

Figure 2. — Vue de la face interne ou axiale des piliers internes ; *a* tête du pilier à palette, *b* tige cylindrique du corps du pilier à palette, *c* pied en forme de bâtonnet, *d* cellule et noyau du pilier interne à palette situés sur son bord axial, c'est-à-dire à l'extérieur du tunnel, *e* tête de pilier interne à mortaise recouvrant la tête du pilier externe, *f* cellule et noyau du pilier interne à mortaise placés dans le tunnel, *g* pied du pilier interne à mortaise, *h* sangle filamenteuse spirale de la face externe des piliers internes.

Les corps cylindriques achromatiques des piliers à palette occupent les espaces clairs séparant les corps des piliers à mortaise. On voit à leur partie inférieure leur tranche de section.

Le corps de chaque pilier à mortaise est formé par la réunion de trois ou quatre faisceaux filamenteux disposés sur un même plan et noyés dans le cytoplasme.

Figure 3. — Coupe tangentielle à la surface épithéliale sectionnant obliquement de haut en bas les piliers internes.

a. Surface de section du corps des piliers à palette.

De gauche à droite : Le corps des piliers à palette d'abord aplati dans le sens spiral prend progressivement une forme circulaire et se rapproche peu à peu de la face axiale des piliers à mortaise entre lesquels il est intercalé. Il finit par faire saillie en dedans (en haut de la figure). Le centre en est occupé au début par une masse linéaire sombre qui s'arrondit avec le pilier. Cette portion centrale semble être le prolongement de la substance amorphe et se colore spécialement.

b. Tranche de section des piliers à mortaise. Ces piliers sont aplatis en sens inverse des premiers, c'est-à-dire dans le sens radial.

De gauche à droite, on voit un amas de filaments occuper à peu près le centre du cytoplasme qui affecte une forme rectangulaire. Progressivement, ces filaments se groupent en faisceaux qui finalement au nombre de trois ou quatre viennent prendre place immédiatement sous la pellicule axiale de la cellule. Ils sont disposés en série linéaire.

c. Cellule du pilier à palette. Elle est à cheval sur ce pilier. Chaque cellule s'accole à sa voisine. Le noyau touche presque le corps du pilier.

Le pilier à palette est entouré d'une couche cytoplasmique des plus restreintes, qui prend un peu plus de développement sur son bord externe où elle est enclavée entre les deux masses cytoplasmiques des piliers à mortaise.

HYGIÈNE. — *Sur des ambiances favorisantes ou antiseptiques formées par le voisinage de substances organiques en voie de putréfaction.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. A. Laveran.

Les circonstances dans lesquelles l'air que nous respirons est vicié par les émanations gazeuses produites par la décomposition des matières organiques sous l'influence du *Proteus vulgaris* sont extrêmement fréquentes [1].

Il était intéressant au point de vue de l'hygiène de se rendre compte si le voisinage si fréquent de substances en voie de putréfaction, dans laquelle intervient une association microbienne, exerçait sur les germes les mêmes influences que le *Proteus* agissant isolément.

I. J'ai d'abord confirmé par de nouvelles expériences mes premières observations [2] obtenues par l'emploi du *B. Proteus* [3]. Le Tableau suivant indique les résultats moyens d'un grand nombre d'essais effectués sur le colibacille et le *B. d'Eberth* en présence d'atmosphères chargées d'émanations putrides provenant d'un bouillon ensemencé par le *B. Proteus*.

Le mode opératoire est le même que celui qui a déjà été indiqué; toutefois on a supprimé dans les appareils le liège et le caoutchouc qui émettent des émanations odorantes antiseptiques. L'air témoin et les atmosphères d'essai étaient, comme l'indiquaient le thermomètre et un hygromètre très sensible, dans des conditions rigoureusement semblables de température et d'humidité.

Les chiffres des colonnes indiquent le pourcentage des tubes ayant cultivé après le nombre d'heures indiquées à gauche du Tableau.

---

(1) *Bulletin de l'Institut Pasteur*, novembre 1911 : art. de M. Cantu.

(2) *Bulletin de l'Institut Pasteur*, 14 mars 1910 et novembre 1909.

(3) Ce germe provenait de la collection de l'Institut Pasteur.

Observations après	I. Essais cultivant plus rapidement que les témoins. Coli-bacille. Témoins.	Essais.	B. typhique. Témoins.	Essais.	II. Essais dans lesquels les témoins ne cultivent plus. B. typhique. Témoins.	Essais.	III. Effet antiseptique. Coli-bacille. Témoins.	Essais.
h	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100
2.......	0	0	0	0	0	0	0	0
3.......	0	25	0	0	0	0	0	0
5.......	6	60	0	0	0	10	25	0
6.......	10	100	5	30	0	35	29	0
10.......	28		20	60	0	80	45	40
48.......	tous poussés.		35	tous poussés.	70 p. 100 n'avaient pas cultivé après 15 jours.	tous poussés.	tous poussés.	60 p. 100 n'ont pas cultivé après 15 jours.

Non seulement il y a eu accélération manifeste dans le départ des cultures (I), mais on remarquera qu'une partie des germes témoins se sont atténués au cours de l'exposition à l'air normal au point d'en mourir. Cette circonstance se produit surtout quand on opère sur des germes très dilués. Enfin une exposition très prolongée ou l'emploi de vieux gaz donnent des effets antiseptiques (III).

II. Le Tableau suivant donne le résultat de quelques expériences sur le coli-bacille exposé pendant 6 heures à l'influence des émanations gazeuses de diverses matières placées sous une cloche de 10[1] comparativement à la même expérience effectuée dans l'air normal. Les observations ont été faites 10 heures après l'ensemencement et, à ce moment, on a pratiqué aussi la numération des colonies pour quelques essais.

Expériences.	Témoins.	Terre de jardin.	Vases, marais (Garches).	Vases, marais (Corbeil).	Vases d'égout.	Eaux d'égout.	Eaux d'égout.	Sol tourbeux.	Air expiré souris.	Numération des colonies. Témoins.	Essais (terre de jardin).
1.	—	+	—	+	+	+	—	—	+	0	∞
2.	—	—	+	+	+	+	+	—	+	—	200
3.	+	+	+	+	+	—	—	—	+	40 col.	∞
4.	—	—	+	+	+	—	— Antiseptique.	— Antiseptique.	+		
5.	+	+	+	+	+	+	—	—	+		
6.	—	+	—	+	—	—	—	—	+		
7.	—	+	+	+	+	+	—	—	+	0	∞
8.	—	—	+	+	—	+	—	—	+		
9.	—	+	+	+	+	+	—	—	+	100	∞
10.	—	+	+	+	—	+	—	—	+		

Enfin, pour mieux confirmer ces observations, des expériences ont été faites cet été sur le glacier de Tré-la-Tête, dans le massif du mont Blanc, comparativement à des expériences pratiquées en même temps et dans les mêmes conditions dans des lieux habités situés au bas du glacier. Le résultat de ces essais a été dans le même sens que pour les précédents.

III. J'ai étudié l'action qu'exerçaient séparément, sur les mêmes microbes, quelques corps gazeux qui se trouvent constamment dans les diverses phases de la putréfaction, afin de savoir s'ils intervenaient pour une part dans les phénomènes observés. L'acide carbonique et l'hydrogène protocarboné, dilués dans l'air dans des proportions extrêmement variables, n'ont eu aucune action sur les germes expérimentés; l'hydrogène sulfuré s'est toujours révélé comme plus ou moins antiseptique, tandis que l'ammoniaque, dilué à des doses voisines de $\frac{1}{100\,000\,000}$, a légèrement favorisé leur conservation. Mais dans les expériences comparatives, cette action favorisante de l'ammoniaque dans l'air s'est toujours trouvée plus faible, à alcalinité égale, que celle produite par la réunion des produits gazeux provenant de la décomposition. L'action favorisante principale des gaz putrides doit donc être attribuée, non à l'ammoniaque, mais à d'autres substances alcalines appartenant probablement, comme je l'ai fait observer, à la classe des amines, car elles donnent la réaction des carbylamines.

Au-dessus de cette dose, l'ammoniaque (et il en est de même pour les premiers termes des amines grasses) est nettement antiseptique : cette constatation suffit déjà à expliquer pourquoi, selon les phases de la putréfaction dont la marche elle-même est subordonnée à l'agent de décomposition, les émanations qui s'en dégagent peuvent être activantes ou paralysantes.

On voit, d'après l'ensemble de ce travail, dont on trouvera le détail dans une revue spéciale, que pour des mêmes conditions de température, de lumière et d'humidification, l'air atmosphérique, suivant le hasard des circonstances, est tantôt favorable, tantôt défavorable à la conservation des microbes qui y sont en suspension. Cette notion d'ambiance, favorable ou défavorable, capable de prolonger ou d'abréger la vie des microbes, ne fût-ce que de quelques heures, n'est pas sans intérêt : elle donne, comme je le montrerai prochainement, la clef de phénomènes microbiens jusqu'ici inexpliqués. Et j'ajouterai que cette influence des gaz étrangers à l'air normal et qui s'exerce à des doses infinitésimales n'a rien d'extraordinaire : ces doses sont, en effet, de même ordre de grandeur que les poids des microbes.

PARASITOLOGIE. — *Sur un Champignon parasite de l'Homme*, Glenospora Graphii (Siebenmann). Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

On désigne communément sous le nom de *Verticillium Graphii* un Champignon découvert dans l'oreille humaine, en 1869, par Hassenstein, à Gotha, souvent retrouvé dans les otomycoses par Steudener, Bezold, Siebenmann, etc., et récemment sur la cornée par le Dr Morax, à Paris. Les descriptions antérieures nous paraissant insuffisantes, nous avons utilisé les matériaux qui nous ont été gracieusement fournis par M. Morax, pour suivre en culture le développement de ce parasite. Nous avons pu nous expliquer l'origine des divergences d'opinion qui séparent les mycologues à son sujet. On n'a point pris garde au caractère d'infériorité des spores et des appareils sporifères et l'on a donné une valeur générique à des apparences fugaces qui, chez les moisissures inférieures, n'ont pas la constance des organes fixés au cours de l'évolution.

Les spores ne sont pas parvenues au degré de régularité de forme et de position des conidies. Mal individualisées à l'égard des filaments, ce sont des aleuries. Le plus souvent terminales, elles sont parfois latérales ou intercalaires. Généralement ovales et tronquées à la base, elles peuvent se prolonger par un pédicelle en s'annexant une portion cylindrique du filament qui les porte.

Leur insertion est assez fragile au début; on les détache par le moindre choc ou par les manipulations auxquelles on soumet les fructifications jeunes. Néanmoins, elles sont naturellement indéhiscentes : abandonnées dans un tube à l'abri de tout contact, elles vieillissent sans tomber et, dans les cultures remontant à plusieurs mois, on les retrouve adhérentes aux filaments desséchés.

Leur membrane s'épaissit et se colore en brun grisâtre comme chez les Dématiées.

Les relations des aleuries avec le mycélium végétatif sont variables. Tantôt elles apparaissent sur le pourtour des filaments rampants comme des bourgeons sessiles ou même continus avec un segment du thalle, ou comme des renflements terminant de courts rameaux simples; tantôt elles naissent sur l'extrémité redressée des mêmes filaments ou sur des rameaux verticaux plus ou moins branchus. Dans ce dernier cas, nous avons l'impression de sporophores différenciés à l'égard du thalle. Les rameaux terminés par des spores sont parfois atténués au sommet, renflés dans leur partie inférieure, étranglés à leur naissance; mais, lors même qu'ils rappellent le mieux les phialides ou les basides par leur forme, ils ne s'isolent qu'accidentellement et tardivement par une cloison basilaire; ils se relient par tous les intermédiaires aux rameaux cylindro-coniques très allongés ou au contraire raccourcis au point de rendre la spore sessile.

Les rameaux sont, soit dispersés sans ordre, soit régulièrement alternes, subopposés ou subverticillés. Si l'on s'arrête à ces derniers, notamment lorsqu'ils sont dilatés vers le bas, on s'explique pourquoi Harz a rapporté au genre *Verticillium* le parasite de l'oreille qui lui avait été communiqué par Bezold.

Souvent la complication apparente est plus grande encore; les filaments aleurifères dressés ou ascendants sont fasciculés comme chez les Stilbellacées. Voilà pourquoi le même Champignon était assimilé par Hallier au *Graphium penicillioides* Corda.

Les aleuries terminales peuvent être précédées de dilatations persistant à la maturité comme un appendice vésiculeux, d'où part quelquefois une aleurie de second ordre. C'est probablement en raison de cette apparence que de Bary trouva quelque analogie entre le parasite de l'oreille, sur lequel Steudener l'avait consulté, et le *Cephalothecium roseum*. De Bary ne se doutait guère que, d'après cette vague indication, le *Cephalothecium* serait désormais inscrit sous sa garantie au nombre des parasites de l'Homme.

En cultivant le Champignon de Hassenstein, Hallier avait obtenu, outre l'*Aspergillus glaucus*, évidemment hors de cause, deux formes qu'il déterminait comme *Stemphylium polymorphum* Bonorden et *Graphium penicillioides* Corda. Bien que ces deux attributions soient inexactes, il s'agit vraisemblablement de la forme diffuse et de la forme fasciculée de la même espèce.

Le Champignon de l'oreille et de l'œil présente donc des formes rappelant de plus ou moins loin les genres *Stemphylium*, *Cephalothecium*, *Verticillium*, *Graphium*. Ce qui le distingue de tous ces genres, c'est l'inconstance des formes, dont aucune ne mérite d'être considérée comme plus typique, moins accidentelle que les autres.

La fixation imparfaite de la forme des spores et des appareils sporifères, ainsi que de leur différenciation à l'égard de l'appareil végétatif, marque sa place, au-dessous des Sporotrichacées, dans la famille des Aleurismacées, qui occupe la base de l'ordre des Sporotrichés.

Il ne rentre pas dans le genre *Aleurisma*, dont les aleuries sont de couleur tendre, mais dans le genre *Glenospora* Berk. et Curt. qui possède, comme notre parasite, des aleuries dématiennes et un rudiment de sporophores d'ailleurs inconstants et irréguliers. Le genre *Glenospora* se relie étroitement au genre *Rhinocladium*, dont le polymorphisme n'est pas moins étendu, mais que ses spores dématiennes plus caduques placent à la base des Conidiosporés, non loin des Sporotrichacées.

Le seul nom spécifique susceptible d'être pris en considération est celui de *Graphii* proposé par Siebenmann (1889), les autres reposant sur des assimilations inexactes avec des espèces banales. Le nom correct est donc *Glenospora Graphii* (Siebenmann) Vuillemin.

La connaissance exacte du parasite de l'oreille et de l'œil, dont les affinités ont été si diversement appréciées, permet de le ranger dans l'ordre des Sporotrichés dont l'importance en pathologie humaine est considérable. Elle nous autorise à rayer de la liste des parasites de l'Homme les genres *Stemphylium*, *Cephalothecium*, *Verticillium* et le pseudo-genre *Graphium*.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Nouveau caractère distinctif des bacilles tuberculeux humain et bovin*. Note de M. **P. Chaussé**, présentée par M. E. Roux.

Au cours d'expériences d'inhalation chez le Chien et le Chat, nous avons mis en évidence un nouveau caractère différentiel des bacilles tuberculeux d'origines humaine et bovine. Il est nécessaire de faire connaître que nous avons toujours opéré avec des produits naturels (crachats et matière caséeuse) et non avec des cultures. Les résultats obtenus n'ont pas été identiques pour chacune de ces deux espèces.

1° *Chez le Chien*. — L'inhalation de chacun des virus produit constamment des lésions pulmonaires, mais ces lésions ont des caractères un peu différents avec l'un et l'autre.

Les bacilles d'origine humaine déterminent, dans le délai de 30 jours, de très petits tubercules pulmonaires, ayant de $0^{mm},5$ à 2^{mm} de diamètre, gris, non caséeux. Ces lésions restent à peu près stationnaires pendant 40 à 60 jours; leur progression est extrêmement lente, la caséification tardive et faible. Si la quantité bacillaire inhalée a été importante, il existe des milliers de tubercules à peine visibles dans un parenchyme pulmonaire, élastique et perméable. Notre observation n'a pas dépassé 110 jours.

Les bacilles bovins produisent, dans le délai de deux mois environ, des tubercules de 4^{mm} à 10^{mm} de largeur, ayant une portion caséeuse centrale jaune plus marquée; leur évolution est plus rapide; ils s'hypertrophient et deviennent confluents.

Toutefois, pour saisir ces caractères, il est utile d'opérer simultanément sur plusieurs chiens, car il existe certaines différences individuelles dans la réceptivité.

2° *Chez le Chat*. — L'inhalation de virus bovin, à très faible dose, réalise toujours des tubercules pulmonaires volumineux, ayant de 8^{mm} à 12^{mm} de diamètre, en 40 jours. Les lésions sont analogues à celles dues au même virus chez le Chien, mais toujours plus développées et assez fortement caséeuses; les ganglions pulmonaires sont bientôt eux-mêmes intéressés et, parfois, la plèvre est de bonne heure le siège de néoformations. Avec une forte dose on obtient des lésions confluentes et de la pneumonie caséeuse à marche rapide.

L'inhalation de virus humain à forte dose est le plus souvent impuissante à déter-

miner des lésions pulmonaires visibles, bien que des cobayes et des chiens, exposés en même temps à l'infection, soient au contraire tuberculisés à un haut degré. Parmi plusieurs chats ayant subi la même inhalation virulente, les uns sont tuberculisés, les autres sains; ce fait n'est jamais observé avec d'autres espèces, ni avec le bacille bovin, à moins qu'on ne soit trop rapproché de la dose minima nécessaire. Lorsque le Chat est infecté, il se développe des tubercules plus petits et moins caséeux que ceux obtenus avec le virus bovin; tantôt ces tubercules sont à peine visibles à l'œil nu, tantôt ils sont irrégulièrement développés, les plus gros ayant 7^{mm} ou 8^{mm} vers le cinquantième jour.

En résumé, chez le Chat, la différenciation repose sur les mêmes caractères généraux que chez le Chien, mais elle est plus facile parce qu'un grand nombre de sujets résistent au bacille humain. L'âge ne nous a paru jouer aucun rôle.

Il résulte de ces recherches que les Carnassiers domestiques sont beaucoup plus sensibles au bacille bovin qu'à celui d'origine humaine. Si l'on veut bien tenir compte des analogies de la tuberculose de ces deux espèces avec celle de l'homme, on y verra une importante présomption en faveur de la réceptivité de l'homme lui-même au bacille d'origine bovine.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la vaccination anticlaveleuse au moyen du virus sensibilisé.* Note de MM. **J. Bridré** et **A. Boquet**, présentée par M. E. Roux.

La clavelisation dite *de précaution* est encore appliquée, en Algérie, dans un but exclusivement commercial. Les règlements sanitaires exigent que les moutons destinés à l'exportation aient été clavelisés 30 jours au moins avant l'embarquement ou traités préventivement au sérum de Borrel 6 jours au moins et 15 jours au plus avant le départ.

Si les pouvoirs publics ont décidé de remplacer la clavelisation par la séroprévention, c'est que la pratique de la clavelisation, préjudiciable et quelquefois dangereuse pour les opérés, a pour conséquence plus générale d'entretenir les foyers claveleux en Algérie, tandis que l'application de la sérothérapie peut faire espérer leur disparition progressive. Toutefois, les frais élevés de préparation du sérum et la durée limitée de l'immunité qu'il confère ont empêché de généraliser son emploi et l'on s'est borné jusqu'à présent à l'appliquer aux seuls animaux exportés.

Nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de donner aux ovins une immunité aussi solide et aussi durable que par la clavelisation, sans faire courir aux sujets traités et à leurs congénères, les risques inhérents

à l'inoculation du virus claveleux. En d'autres termes, nous avons cherché à réaliser la *vaccination anticlaveleuse*, sans pustule.

Pour atteindre ce but, nous avons mis à profit d'une part les travaux de Besredka sur la vaccination par virus sensibilisés; d'autre part nos observations personnelles sur les effets de l'inoculation sous-cutanée du virus claveleux.

Une expérience préliminaire nous ayant montré que la pulpe claveleuse, mise en contact avec le sérum de Borrel pendant 48 heures, puis séparée par centrifugation et diluée dans l'eau physiologique, avait perdu de sa virulence, nous avons adopté la technique suivante pour la préparation de n tre vaccin :

La pulpe claveleuse (tissu œdématié prélevé sur les agneaux-virus préparés suivant la méthode de Borrel) est broyée d'abord au Latapie puis au Chalybäus. Le produit du broyage, dilué au $\frac{1}{5}$ dans l'eau physiologique est passé sur tarlatane. Le filtrat grossier ainsi obtenu est centrifugé pendant 2 heures au moins à la vitesse de 4000 tours et le culot de centrifugation mis en contact avec le sérum anticlaveleux (nous employons toujours une quantité de sérum assez forte) pour être sûrs qu'il soit en excès : 3 ou 4 fois le volume de la dilution primitive. Après un contact de trois jours à la température de 15° à 18°, le mélange est centrifugé longuement et le culot dilué dans la proportion de 2^{cg} par centimètre cube d'eau physiologique.

Cette dilution renferme des grumeaux qu'il est préférable d'éliminer par une centrifugation de quelques minutes. Le liquide un peu trouble qui surnage constitue le *vaccin anticlaveleux*.

L'injection de $0^{cm^3},25$ sous la peau du mouton provoque, vers le cinquième jour, une réaction thermique légère et une réaction locale plus ou moins accusée suivant la réceptivité individuelle du sujet. L'engorgement œdémateux sous-cutané disparaît en 2 à 4 jours et il reste une induration qui régresse lentement. La lésion vaccinale reste close.

Nous avons jusqu'ici vacciné en arrière du coude, de façon à pouvoir étudier facilement les phénomènes consécutifs. Deux petites précautions sont indiquées pour éviter de souiller la peau au passage de l'aiguille : 1° injecter le vaccin le plus loin possible du point de pénétration de l'aiguille (en faisant un pli à la peau); 2° entre chaque injection, essuyer l'aiguille sur un tampon imbibé d'alcool.

En suivant cette technique, nous avons dernièrement vacciné plus de 300 moutons, adultes et agneaux de 8 à 10 mois, qui ont fourni 80 pour 100 de réactions locales sans aucune lésion cutanée ouverte.

Il ressort des expériences faites jusqu'à ce jour :

1° Que la vaccination anticlaveleuse par le procédé que nous indiquons donne un pourcentage de réactions plus élevé que celui qui est obtenu par

la clavelisation ordinaire à la lancette. Elle est donc plus sûre comme résultat et ne présente aucun danger pour l'animal vacciné;

2° Que la réaction vaccinale est spécifique; les animaux porteurs de traces de clavelisation ou de clavelée antérieure ne réagissent pas;

3° Que la lésion locale close n'est pas contagifère;

4° Que l'immunité est déjà acquise après 48 heures et que sa durée, sans doute fort longue, puisqu'il s'agit d'une immunité active, est au moins supérieure à 3 mois et demi.

Des expériences plus étendues montreront si la méthode est susceptible d'une application générale dont la conséquence immédiate serait la limitation des foyers claveleux. Avec la vaccination et la sérothérapie anticlaveleuse, l'Algérie serait armée contre la clavelée dont la disparition pourrait être escomptée (¹).

GÉOLOGIE. — *Sur la nature et l'origine des minerais de fer de la forêt de Lorges (Côtes-du-Nord).* Note (²) de M. F. **Kerforne**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans une précédente Communication (³) j'ai établi l'âge dévonien des couches à minerai de fer de la région de Lorges; en continuant leur étude, j'ai relevé des particularités intéressantes et inattendues sur leur nature et leur origine.

Si l'on suit en profondeur la couche de minerai de fer hydroxydé qui affleure au Pas, on ne tarde pas à passer graduellement à une couche noire pyriteuse, peu consistante, qui donne à l'analyse une proportion de fer bien supérieure à celle qui correspond à la teneur en soufre de la pyrite. Celle-ci se trouve en particules finement disséminées dans la masse ou en cristaux, surtout dans les fissures; ce sont des cristaux cubiques, rarement dodécagonaux; elle a donc tous les caractères d'une pyrite secondaire.

Mais, plus bas, on arrive à une couche pyriteuse, beaucoup plus homogène et contenant 47 à 48 pour 100 de soufre; la pyrite est presque compacte,

(¹) Nous tenons à adresser nos vifs remercîments à M. Roig, vétérinaire sanitaire à Rouiba, pour son extrême obligeance qui nous a permis de multiplier nos expériences, et pour le concours aimable qu'il nous a prêté.

(²) Présentée dans la séance du 8 janvier 1912.

(³) F. Kerforne, *Comptes rendus*, 23 novembre 1908.

elle a quelquefois la structure rayonnée, mais elle ne présente que peu ou pas de cristaux cubiques ou dodécagonaux; elle paraît bien être cette fois la forme primaire du gîte.

Elle est encaissée dans des schistes noirs dévoniens, complètement transformés en argile et finement imprégnés de pyrite sur une grande épaisseur.

Dans la couche minéralisée, j'ai trouvé une tige d'encrine silicifiée et pyritisée ([1]). Je dois y signaler également la présence de quartz en fragments discontinus : en surface, au milieu du fer hydroxydé, on trouve simplement des blocs carriés, en profondeur les vides contiennent de la pyrite, du mica blanc en grandes lamelles, du mica blanc en petites masses verdâtres et une chlorite verte, qu'on observe du reste dans toute la couche et même dans la roche encaissante.

Enfin les analyses ont révélé à ce niveau la présence de 4g d'or à la tonne.

Il résulte de ces constatations que la couche de minerai de fer du Pas n'est que le *chapeau de fer* d'une couche de pyrite profonde.

L'allure du minerai absolument identique à celle des couches dévoniennes qui l'encaissent et la présence d'une tige d'encrine la font assimiler à une couche interstratifiée et non à un filon. La présence de quartz, de mica blanc, d'or, etc., indique que son origine n'est pas sédimentaire et contemporaine du dépôt détritique mais bien postérieure et hydrothermale. La solution a sans doute déposé ses produits dans les vides d'une couche calcaire décalcifiée comme l'indique la présence de tiges d'encrines, et a imprégné par porosité les schistes encaissants profondément transformés.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une grande nappe de charriage dans le Nord du département du Var.* Note de MM. **Emile Haug** et **Léon Bertrand**, présentée par M. H. Douvillé.

La région située à l'ouest de Draguignan présente une grande complexité de structure. M. Zurcher ([2]) a admis qu'il existe, entre Barjols, Salernes et Lorgues, une série de plis dont l'orientation moyenne est W-E; un faisceau analogue se rencontre aux environs d'Aups, avec une direction

---

([1]) M. Cayeux a déjà signalé la présence de crinoïdes, reconnus au microscope, dans le minerai de fer magnétique de Bas-Vallon, près le Pas. La tige que j'ai trouvée au Pas a 1cm de longueur.

([2]) Zurcher, *Note sur les zones de plissement de Salernes et d'Aups* (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XIX, 1892, p. 1178-1203, *Pl. XXVIII* et *XIX*).

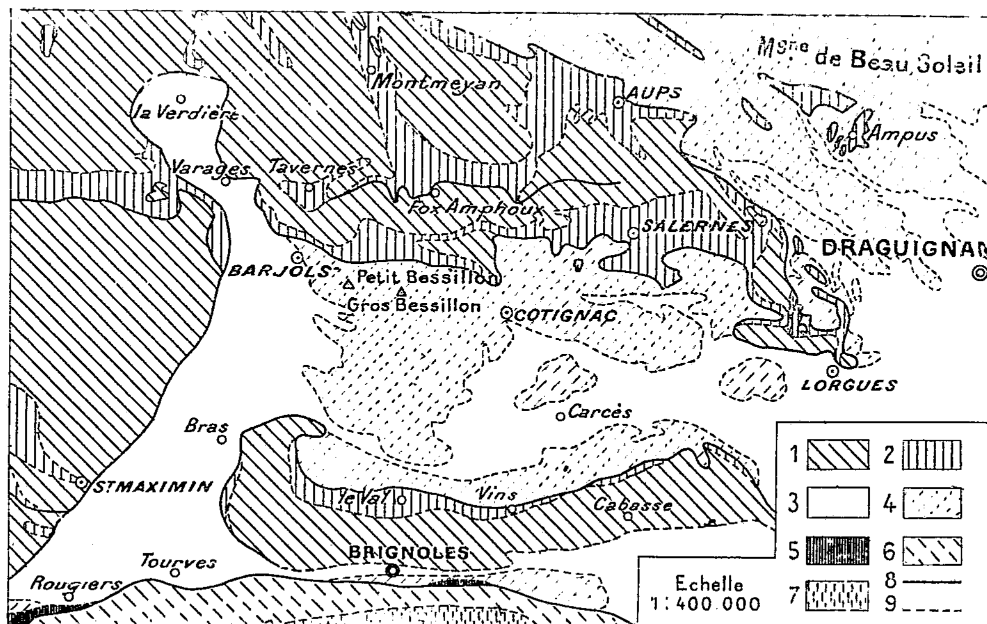
NW-SE, et ces deux systèmes viennent converger près de Lorgues. Ils chevaucheraient respectivement vers le Nord et le Sud-Ouest, c'est-à-dire symétriquement sur la région triangulaire qui les sépare; celle-ci, d'allure plus tranquille, est formée de Jurassique faiblement ondulé (sauf au petit chevauchement de Fox-Amphoux) et recouvert, avec interposition fréquente de bauxite, par les sédiments lacustres et continentaux, de faciès *garumnien* et souvent rutilants, de la fin du Crétacé et de la base de l'Éocène. Quant au raccordement des deux systèmes en question, il se ferait par la réunion périclinale des couches triasiques du pli inférieur de chacun des deux faisceaux, amenant ainsi *la fusion des flancs normaux de ces deux plis en une seule nappe continue également normale*.

Ces conditions, ainsi exposées par M. Zurcher, étaient évidemment semblables à celles du célèbre double-pli de Glaris; actuellement, la même interprétation doit s'imposer que pour ce dernier, ainsi que l'un de nous l'a déjà reconnu ([1]). Il faut noter, en effet, qu'à la limite de la zone intermédiaire sur laquelle ces plis seraient symétriquement poussés, il n'y a qu'accidentellement des couches renversées et que le pli qui serait le plus inférieur de chaque côté ne montre pas de charnière visible sur le terrain ni sur les coupes de M. Zurcher. En réalité, celles-ci démontrent simplement que, de chaque côté de la région intermédiaire, les couches jurassiques et garumniennes s'enfoncent sous une seconde série formée de Trias et de Jurassique assez fortement plissés, avec interposition locale d'une lame de couches renversées. Or, aux environs d'Ampus, le substratum du Jurassique de cette seconde série apparaît dans plusieurs déchirures, et il est encore formé par les sables bariolés de la base de l'Éocène; ces déchirures sont donc des *fenêtres*, qui montrent avec évidence que le recouvrement de la *zone d'Aups* s'étend au moins jusque-là, bien plus loin que l'avait admis M. Zurcher. En outre, les multiples sinuosités du contour séparatif des deux séries, tant entre Barjols et Lorgues qu'au nord de Lorgues, et l'existence de plusieurs petites fenêtres crevant la masse recouvrante ne permettent pas de conserver de doute sur l'existence, en ces régions, d'une seule grande nappe, qui dépasse la limite nord de la feuille de Draguignan et se poursuit jusqu'à Comps.

Dans la région entre Cotignac et Barjols, les couches jurassiques de cette nappe forment les deux sommets bien connus des Bessillons, et, pour cette

([1]) Léon Bertrand, *Revision de la feuille de Draguignan* (*terrains secondaires*) (*B. C. G. F.*, n° 128, 1911, p. 100-102).

raison, nous la nommerons *nappe des Bessillons*. Plus à l'Ouest, se développe la large *bande triasique de Barjols*, qui s'étend de la Verdière à Rougiers et qui appartient manifestement à la même nappe, car, en son bord oriental, elle forme le substratum stratigraphique du Jurassique des Bessillons et participe aux mêmes plis que lui; ces plis se poursuivent à l'intérieur du Trias, très plissé aux environs de Barjols et Varages. Cette bande tria-



1, 2, Jurassique et Garumnien autochtones. — 3, 4, 5, Trias, Jurassique et Crétacé supérieur de la nappe des Bessillons. — 6, 7, Jurassique et Crétacé supérieur du pli de la Sainte-Baume. — 8, Contacts anormaux. — 9, Contacts stratigraphiques normaux.

sique est la plus importante de ces *bandes transversales* qui jouent en Provence, d'après Marcel Bertrand, « le rôle d'obstacles ou de barrières dans le champ de développement des plis principaux ». Elle ne joue toutefois ce rôle que dans sa partie septentrionale ; son bord méridional est, par contre, nettement parallèle à l'axe de la Sainte-Baume. Son bord occidental se comporte partout comme un bord de nappe ; aux environs de Saint-Maximin, tous les plis des chaînes de l'Olympe et de Sainte-Victoire subissent un abaissement d'axe, grâce auquel leurs terrains jurassiques s'enfoncent sous le Trias de la nappe des Bessillons.

L'étude du bord méridional de la bande triasique nous a permis de préciser l'enracinement de cette nappe. Aux environs de Tourves, le Trias

s'enfonce vers le Sud sous les couches jurassiques qui forment le substratum normal (avec intercalation de bauxite) du Sénonien de la Sainte-Baume et de Mazaugues. Ce contact est pourtant anormal, car le Trias est recouvert par n'importe quel terme du Jurassique, et principalement par les dolomies kimeridgiennes. D'ailleurs, à l'ouest de Rougiers, le Trias est suivi au Sud, en continuité parfaite, par une série jurassique régulière et par du Crétacé terminal, qui s'enfoncent et disparaissent progressivement sous le Jurassique en question; d'autre part, à l'est de Brignoles, un chevauchement, qui semble la continuation de celui de Tourves, amène les mêmes dolomies en superposition à une bande de Sénonien et de bauxite non figurée sur la feuille de Draguignan. En outre, si le Trias de Barjols et de Rougiers était sans racines, il devrait présenter, entre Tourves et Brignoles, une allure synclinale; or il n'en est rien. Ce Trias forme, aux Censiers, un anticlinal régulier et s'enfonce normalement sous l'Infra-Lias; au-delà de Brignoles, il forme aussi un anticlinal qui se poursuit vers l'est dans la direction du Luc, dans le grand plateau triasique qui forme la bordure du massif des Maures. Il est dès lors manifeste que la bande triasique de Rougiers et de Barjols se rattache sans discontinuité à cette bordure.

La nappe en question ne couvre d'ailleurs pas actuellement toute la région entre sa racine et le chevauchement de Barjols-Salernes-Lorgues. Aux environs de Bras, elle montre une allure en *carapace* autour de l'extrémité du massif jurassique de Bras, en partie recouvert par de la bauxite et des couches garumniennes qui forment, en particulier, le bassin du Val et de Vins. C'est là une réapparition du substratum de la nappe des Bessillons, qui apparaît grâce à un bombement assez accentué; au bord nord de cette grande fenêtre, à l'est de Vins, la nappe débute par des couches jurassiques bien développées et renversées sous le Trias; même un gîte de bauxite se montre renversé dans le contact, ce qui indique évidemment encore la proximité de la racine. On peut encore noter que la bande jurassique du substratum se montre, au Sud, à partir des environs de Brignoles, régulièrement associé au Trias que nous avons considéré comme la racine de la nappe des Bessillons, ce qui démontre bien qu'il s'agit de l'enracinement effectif et non apparent de ce grand pli couché, sur lequel a chevauché le pli plus méridional de la Sainte-Baume.

SPÉLÉOLOGIE. — *Mesure de l'excavation souterraine produite par la source de Fon Tréboula.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par le Prince Roland Bonaparte.

Il est difficile au spéléologue de se faire une idée du temps qu'il a fallu aux eaux pour creuser les grottes qu'il explore. En fait, le temps nécessaire pour le creusement de ces cavités a dû être très considérable et a dû varier avec la constitution intime du sol, en même temps qu'il dépendait des forces naturelles produisant le creusement, telles que la quantité d'eau, la pente du courant, les matériaux charriés, etc.

Le cas d'un creusement mesurable est assez rare et par cela même intéressant. Tel est celui que je rapporte ici.

Il y a dans la vallée de Lauroux, près de Lodève (Hérault), un hameau nommé Fon Tréboula (fontaine trouble) situé à 250^{m} d'altitude environ, qui tire son nom d'une source dont l'eau est toujours chargée de sable. C'est cette source que j'ai étudiée.

L'eau sort du sol directement, au bord de la route, par un orifice de quelques centimètres. La source surgit de l'Infralias, dans un terrain qui monte par de molles ondulations, jusqu'aux falaises calcaires de la montagne de Grésac, situées à une distance de 1200^{m}.

D'après le témoignage d'un habitant du hameau, cette source est connue de temps immémorial et son débit varie très peu ; il était moyen lorsque j'ai pris les mesures utiles, en novembre 1895. A ce moment, j'ai prélevé sur place une bonbonne d'eau. En même temps, mon père procédait au jaugeage de la source, par le procédé du déversoir, à l'aide d'un petit barrage régulier construit à cet effet.

L'eau n'est nullement vaseuse ; elle est parfaitement claire, mais tient en suspension de nombreuses particules de sable calcaire que j'ai séparées par filtration, et pesées.

D'après ces mesures, la source débite 3^{l},5 par seconde et chaque litre contient 0^{g},362 par mètre cube d'eau.

On tire de là que ce filet d'eau extrait 112^{kg} de roche souterraine par jour, ce qui fait 41000^{kg} par an.

Attribuant à la roche extraite la densité 2 des calcaires, on peut calculer le travail séculaire de la source. L'extraction annuelle est de 20$^{m^3}$, ce qui fait 2000$^{m^3}$ par siècle, représentant une grotte circulaire de 16^{m} de diamètre sur 10^{m} de hauteur.

Si l'on suppose que la source ait pu agir pendant 1000 ans, les 20000$^{m^3}$

représentent une galerie de 10m de haut, sur 20m de large et 100m de long. On conçoit l'effondrement de la falaise supérieure que peut produire un pareil vide souterrain. Remontant la pente du terrain en amont de la source, j'ai trouvé au pied de la falaise calcaire, un effondrement formidable, déjà ancien, dont la source pourrait bien avoir été la cause.

Les causes actuelles agissant avec une telle intensité sont certainement rares, mais il est bon de les mesurer pour en tenir compte en Géologie.

OCÉANOGRAPHIE. — *Carte bathy-lithologique des fonds côtiers du golfe du Lion.* Note de M. **Thoulet**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

La Carte bathy-lithologique des fonds côtiers du golfe du Lion comprend l'ensemble des cinq feuilles grand aigle du Dépôt de la Marine : n° 1218, du cap de Creus à Canet ; n° 1166, de l'embouchure de la Têt à Gruissan ; n° 1167, de Gruissan au cap d'Agde ; n° 5172 du cap d'Agde à Palavas ; n° 5150 de Palavas aux Saintes-Maries. Les teintes et signes conventionnels indiquent : roche, sable, sable vaseux, vase très sableuse, vase sableuse, vases faiblement calcaire, médiocrement calcaire, calcaire, très calcaire, extrêmement calcaire, pierres, galets, gravier, coquilles entières, brisées, moulues, herbiers et madrépores. La position de chaque sondage est marquée par une croix près de laquelle un chiffre romain compris entre I et V donne le pourcentage de l'échantillon en carbonate de chaux. Les isobathes sont indiquées de 10m en 10m.

Les densités de sondages sont respectivement pour les cinq feuilles, à partir de celle du cap de Creus, de 0,88, 0,70, 0,62, 0,61 et 0,77, avec un total de 452 échantillons récoltés qui ont été analysés mécaniquement, chimiquement et microminéralogiquement et dont chacun possède sa fiche qui contient les résultats des deux premières sortes d'analyses avec les proportions relatives et la description détaillée des divers granits minéraux contenus.

La récolte des échantillons a exigé quatre campagnes, chacune d'environ 1 mois ; le reste du temps, pendant ces 4 années, a été entièrement consacré au travail des analyses.

Je tiens à mentionner, d'une façon toute particulière, l'aide habile et dévouée qui, pendant tout le cours de ce long travail, m'a été prêtée par M. Chevallier, chef des travaux au laboratoire de Géologie et Minéralogie de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

La Carte a été entreprise dans le but de servir à la navigation en permettant l'application aux atterrissages de la méthode du commandant de Roujoux, aux pêches pour lesquelles ces documents ont été jugés indispensables par la plupart des nations étrangères et aussi à la géologie stratigraphique et à la paléogéographie, aucune différence essentielle n'existant entre les roches sédimentaires anciennes et les fonds marins ou roches sédimentaires actuelles. Le travail a été exécuté avec toute la précision possible : les points ont été reportés d'après des mesures prises au sextant, les résultats analytiques notés sans aucune idée préconçue, chaque échantillon nommé et figuré à sa place conformément à des règles fixes, la Carte confectionnée en admettant comme exactes, au point de vue lithologique, les indications des feuilles de la Marine, sauf preuves du contraire. Le travail étant achevé, il a suffi de lire les indications pour être amené à un certain nombre de conclusions dont les principales sont les suivantes :

1. Ordre régulier des sédiments par augmentation graduelle de la finesse des grains et diminution de la proportion de sable de la côte vers le large.

2. Limite par 40^m environ des vases marquant la profondeur au delà de laquelle, dans chaque localité, les vagues n'exercent plus d'action mécanique sur le fond, soit à cause de la profondeur même de l'eau et de la hauteur des vagues, de la disposition géographique de la côte ou bien en conséquence de remous de courants.

3. Disposition des deltas sous-marins à l'embouchure de fleuves rencontrés dès leur arrivée dans la mer par le courant côtier.

4. Caractère anguleux des grains sableux produits d'érosion amenés à la mer par les fleuves.

5. Distribution en gerbe des sédiments apportés par les fleuves; à partir de leur embouchure et dans le sens du courant côtier, les sédiments sont disposés de telle sorte que les grains les plus gros et les plus lourds sont toujours les plus près du rivage et les moins divergents, tandis que les plus fins et de moindre densité apparente sont les plus éloignés de l'embouchure et les plus écartés vers la haute mer.

6. Comme conséquence, enrichissement en carbonate de chaux des sédiments entre la côte et le large.

7. Disposition tourbillonnaire du gisement distinct de chaque espèce minérale au voisinage immédiat de la terre en amont et surtout en aval des obstacles (caps) rencontrés par le courant côtier.

8. Jalonnement du courant côtier méditerranéen devant la côte du Languedoc par des sables vaseux, vases très sableuses et vases sableuses, et tracé de son axe de plus grande vitesse contre le sol par 25^m à 30^m de profondeur. Cette plus grande vitesse, calculée d'après la grosseur des plus gros et plus nombreux grains transportés, peut être évaluée à 350^m à l'heure, soit $\frac{1}{5}$ de nœud environ.

9. Les fonds côtiers occupent la zone comprise entre la profondeur de 10^m environ, limite commune aux fonds littoraux et l'apparition des vases proprement dites.

10. Formation actuelle de mattes entre Palavas et le Grau du Roi et genèse de ces roches.

11. Le banc dénommé *la Planasse* semble indiquer la position entre le cap de Creus et la Provence du rivage maritime du continent submergé à l'époque tertiaire. Si l'hypothèse était confirmée, les sables de cette région seraient des sédiments littoraux et non côtiers de l'époque tertiaire non recouverts par la vase actuelle.

La Carte bathy-lithologique des fonds côtiers du golfe du Lion est-elle définitive? Qui oserait prononcer ce mot pour un travail de ce genre? Puisse la Carte actuelle qui est le perfectionnement partiel d'une esquisse antérieure en 24 feuilles, dressée par moi et comprenant l'étendue entière des côtes de France, être à son tour perfectionnée et devenir l'esquisse d'une Carte encore plus précise. Quelque restreint que soit l'espace examiné, plus de vingt années d'études océanographiques m'ont convaincu que le champ des recherches y était pour ainsi dire illimité.

M. C. **Russyan** adresse une Note intitulée : *Le problème de S. Lie généralisé.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 JANVIER 1912.

Annales du Bureau des Longitudes; t. VIII. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté en hommage par M. Bigourdan.)

Annuaire pour l'an 1912 *publié par le Bureau des Longitudes*, avec des *Notices scientifiques*. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté en hommage par M. Bigourdan.)

Observatoire de Toulouse. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes;* t. II : *Zone* + 8° *à* + 10°; 2e fascicule : *De* $6^h 8^m$ *à* 24^h. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°. (Adressé par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Psychopathies et Chirurgie. I : *Doctrines et faits*, par LUCIEN PICQUÉ. Masson et Cie, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Labbé. Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. P.-A. DANGEARD. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°.

Det Kongelige Frederiks Universitet 1811-1911; I-II. Christiania, H. Aschehong et Cie, 1911; 2 vol. in-4°.

Université royale Frédéric à Christiania, résumé de son organisation actuelle basée sur les lois et règlements, etc. actuellement en vigueur, par CH.-AUG. ORLAND. Christiania, W.-C. Fabricius et Sönner, 1911; 1 fasc. in-8°.

Universitets-Bibliothekets Festskrift i anledning af hundredaars-jubilœet D. 2en *september* 1911, af A.-C. DROLSUM; I-II. Christiania, 1911; 2 fasc. in-4°.

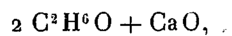
Norges Universitet : Professorer, Docenter, Amanuenser, Stipendiater, samt övrige Sœrer og Tjenestemœnd 1911; Kortfattede biografier med 164 portrœtter og gruppebillede av det Akademiske Kollegium, utgit ved Asbjörn ISAKSEN og FREDRIK-B. WALLEM. Christiania, 1911; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 26 décembre 1911.)

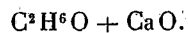
Note de M. *de Forcrand*, Sur les éthylates de calcium :

Pages 1442, dernière ligne, et 1443, lignes 1 et 2, *au lieu de* soit en 1882, par Destrem (action de CaO en tube scellé sur l'éthanol en excès) :



$$2\,C^2H^6O + CaO,$$

lire et un autre, signalé en 1882 par Destrem (action de CaO en tube scellé sur l'éthanol en excès) :



$$C^2H^6O + CaO.$$



PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

IN-4 (28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122**, à **127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2ᵉ semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS):

Paris.................................... 30 fr.
Départements.............................. 40 fr.
Union postale............................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.

Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.

Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.

Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.................................. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend...................... 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Iʳᵉ Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIᵉ Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.......................... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2ᵉ SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Iʳᵉ Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIᵉ Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881......................... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet*. — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard*. — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Iʳᵉ PARTIE : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.

— IIᵉ PARTIE : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.............. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Iʳᵉ PARTIE : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.

— IIᵉ PARTIE : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Iʳᵉ PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.

— IIᵉ PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885.................. 25 fr.

— IIIᵉ PARTIE : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882..................... 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.......................... 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

TOME I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.......................... 25 fr.

TOME II : *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

TOME III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dʳ *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

TOME IV : **Géologie**, par le Dʳ P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

TOME V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

TOME VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

1ʳᵉ Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIᵉ Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIᵉ Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dʳ P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 3.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 15 Janvier 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 4 (22 Janvier 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Précision de la connaissance de l'heure à l'Observatoire de Paris dans les derniers mois de* 1911 *et le commencement de janvier* 1912. Note de M. **B. Baillaud.**

La connaissance de l'heure, à l'Observatoire, est fondée sur un système de pendules comprenant :

1° La célèbre pendule Winnerl, dite *pendule des caves*, déjà ancienne et qui a besoin d'une réparation importante ;
2° Une pendule sidéral de Fénon n° 24;
3° Une pendule sidérale de Joseph;
4° Une pendule de Riefler D n° 228.

Cette dernière nous a été donnée, l'été dernier, par un ami de l'Astronomie qui ne veut pas être nommé. Outre cette pendule fondamentale qui, installée dans les caves de l'Observatoire, est à pression et à température constantes, la donation comprend une pendule secondaire A_2 n° 279 synchronisée par la première et qui synchronise à son tour toutes les pendules et les chronographes de l'établissement. Le donateur a fait tous les frais de l'installation; il s'en est personnellement occupé avec le concours de M. Boquet, chef du Service de l'heure, et de Mme Chandon, stagiaire à l'Observatoire depuis 3 ans.

Une quelconque des trois premières pendules peut, en quelques instants, être substituée aux pendules Riefler, dans le système de synchronisation.

La pendule Riefler a été pendule directrice depuis sa mise en marche, au

milieu d'octobre. Sa marche a été étudiée, autant que les circonstances météorologiques l'ont permis, par M. Boquet et Mme Chandon qui y ont fait preuve d'un zèle tout exceptionnel.

En désignant par t le nombre de jours moyens écoulés depuis le 14 novembre à 4 heures de temps moyen, la correction de la pendule est représentée par la formule

$$C_p = -1^s,54 - 0^s,20\,t - 0^s,0015\,t^2.$$

La date du 14 novembre a été choisie comme point de départ : 1° parce qu'on a pu penser que la pendule aurait pris alors son régime normal; 2° parce que ce jour-là, on avait pu observer, dans de bonnes conditions, la polaire et quelques étoiles équatoriales.

En désignant par C_{p_o} la correction de pendule résultant des observations, par C_{p_c} celle que donne l'application de la formule, on a le Tableau suivant :

Dates.	$C_{p_c} - C_{p_o}$.	Dates.	$C_{p_c} - C_{p_o}$.
	s		s
1911. Nov. 14......	0,00	1911. Déc. 23......	−0,02
27......	−0,04	27......	0,04
30......	0,02	1912. Janv. 5......	0,04
Déc. 4......	0,12	11......	0,03
9......	−0,06	12......	0,00
11......	−0,03	13......	0,00
15......	−0,06	16......	−0,01
20......	0,04		

La moyenne des valeurs absolues de ces 15 écarts est de $0^s,03$.

Les comparaisons sont trop peu nombreuses et les écarts trop faibles pour qu'il y ait lieu de rechercher si l'accélération de la marche de la pendule a quelque peu varié dans cette période de 2 mois. M. Riefler nous avait averti que la marche s'accélérerait pendant quelques semaines.

En adressant l'expression de ma reconnaissance et celle de l'Observatoire à l'ami dont l'intervention nous a donné, pour la connaissance de l'heure, la sécurité nécessaire, je tiens à faire connaître à l'Académie que j'ai pu commander à M. L. Leroy, l'habile chronométrier de la Marine, une pendule électrique hermétique. M. Leroy espère installer dans quelques mois cette pendule, non dans les caves, mais dans notre salle de pendules qui sera à cette époque maintenue à l'abri de l'humidité et à température constante.

NAVIGATION. — *Dépôt de documents déjà anciens, relatifs à la protection des navires de guerre et à la stabilité dynamique*. Note de M. **L.-E. Bertin**.

Les pièces inédites que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie pour ses archives font partie d'une longue série de projets de navires et de Mémoires scientifiques relatifs à l'architecture navale, qui remontent au premier semestre de 1870. Elles sont au nombre de quatre avec, en plus, un atlas se rapportant à la première pièce. Le résumé sommaire suivant en indique l'intérêt historique.

I. Le manuscrit intitulé : *Études de navires à flottaison cellulaire* 1872, 1873, figurait, avec son atlas, dans la participation du Ministère de la Marine à l'Exposition universelle de 1878 (¹). Il est presque tout entier extrait d'un projet du 27 juillet 1872, remanié le 24 avril et le 30 octobre 1873, qui, sous ces deux dernières formes, présente la disposition de la tranche cellulaire établie en 1881 sur le *Sfax*. La même disposition a été reproduite, à partir de 1895, sur tous nos croiseurs, ensuite sur le *Henri IV*, enfin, à partir de 1900, sur nos cuirassés de ligne, y compris ceux du type *Danton*.

Comme particularité curieuse, le projet de 1872 se trouvait répondre d'une manière exacte, en tenant compte des besoins et des ressources du temps, à la conception toute moderne du croiseur de combat, réalisée en Angleterre sur le *Lion*, en Allemagne sur le *Moltke*. Un coup d'œil sur l'atlas suffit pour le reconnaître.

Le texte prévoit toutes les conséquences militaires de l'adoption de la tranche cellulaire et de l'artillerie de gros calibre en tourelles disposée pour faire feu, tout entière, des deux bords. La tactique préconisée, à l'encontre des idées alors régnantes, est celle qui a fait ses preuves dans les dernières guerres navales.

II. Tandis que l'aptitude de la tranche cellulaire à assurer l'insubmersibilité des navires était étudiée à fond dès 1872, ses propriétés, au point de vue capital de la stabilité après avaries de combat, avaient été devinées, plutôt que scientifiquement établies. La première étude exacte de stabilité statique et dynamique est contenue dans la seconde pièce : *Emploi des petits modèles*

(¹) Voir Paul Dislère, *La Marine à l'Exposition universelle de* 1878, t. I, p. 33-34, Atlas, *Pl. III*. Paris, Gauthier-Villars et Hetzel.

pour la détermination des courbes de stabilité, avec une application de cette méthode, datée du 28 janvier 1891. La tranche cellulaire établie sur le *Sfax* et les bâtiments japonais type *Matsusima* fut reconnue suffisamment efficace à tous égards. Le premier projet des cuirassés type *Patrie*, *Liberté*, fut préparé en 1891 conformément à cette conclusion.

III et IV. L'adoption de la tranche cellulaire, pour laquelle nous nous sommes laissé devancer en 1894, étant devenue générale en France, à partir de 1900, la nécessité se manifesta aussitôt de répandre largement la connaissance des propriétés de cette portion de navire de guerre, des motifs qui justifient ses dispositions de détail, des mesures à prendre, soit au cours de la construction, soit même pendant le combat, pour lui faire donner tout son rendement. Il était particulièrement urgent de renseigner les constructeurs, parce que la direction des travaux et la surveillance des chantiers venaient d'être entièrement séparées de la préparation des plans de navires. Ce travail de vulgarisation a été l'objet des pièces III et IV. La pièce III, *Note sur les cofferdams des bâtiments de guerre*, du 25 juin 1900, est consacrée au cofferdam, ou batardeau latéral permettant d'aveugler les voies d'eau. La pièce IV, *Note sur la puissance défensive, particulièrement sur la stabilité après avarie de combat*, du 25 février 1904, fait connaître la perte de stabilité qui résulte de chaque brèche dans la tranche cellulaire, de chaque voie d'eau à la flottaison, si elle n'est pas aveuglée. Ces deux Notes intéressent à la fois les constructeurs et les commandants.

IV. La pièce IV n'est pas uniquement consacrée, comme la pièce III, à des descriptions de détail et à des recommandations pratiques. Elle contient, au sujet de la stabilité dynamique du navire, des développements nouveaux qui transforment la base même de cette importante théorie. Dans l'énoncé algébrique professé par Reech, dans l'exposé géométrique très clair du théorème de stabilité dynamique donné par John en 1870, lors de la catastrophe du *Captain*, le couple d'inclinaison surgit instantanément avec son moment maximum qui reste constant pendant que le navire s'incline. La rafale subite qui a envoyé le *Captain* aux abîmes a eu peut-être une action de ce genre. Pareille instantanéité ne se rencontre pas dans l'action du gouvernail, seule à craindre sur les bâtiments sans voilure, bien que cette action dynamique soit redoutable encore, puisqu'elle a produit la perte du *Victoria* après l'abordage du *Camperdown* et qu'elle pouvait faire chavirer le *Tonnerre* dans son état primitif, quand le gouvernail était manœuvré brusquement. En réalité, le moment d'inclinaison, auquel est soumis le

navire dans ses girations, suit une loi de croissance subordonnée à la vitesse du mouvement de la barre de gouvernail, à telle enseigne que, si ce mouvement est suffisamment lent, tout effet dynamique s'évanouit, et le navire n'obéit qu'à un couple statique. L'attribution au couple d'inclinaison dû à l'action du gouvernail, de sa valeur véritable et de sa loi de croissance, a permis d'évaluer pour la première fois les dangers de chavirement inhérents à diverses dispositions de la tranche cellulaire, à titre comparatif tout au moins, d'un modèle de navire à l'autre. Le sujet est d'importance capitale, parce que le danger de chavirer est le premier à se présenter, bien avant celui de sombrer, sur les navires très cloisonnés actuels. L'issue d'un combat est ainsi décidée par un théorème de mécanique.

Dans la Note du 25 février 1904, les navires étaient classés comparativement les uns aux autres, sous le rapport du danger de chavirer. Pour aller plus loin, pour déterminer l'état d'avaries au delà duquel un bâtiment de guerre ne peut plus manœuvrer la barre de gouvernail sans une extrême prudence, il fallait arriver à chiffrer à la fois le moment d'inclinaison et son travail dynamique au cours d'une giration. La recherche de cette dernière donnée a été l'origine de mon étude insérée dans le Tome XLIX des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1906, sous le titre : *Le navire à vapeur sur son cercle de giration.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dégradation de la spartéine. Formation d'un carbure d'hydrogène : le* spartéilène. Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur.**

Nous avons montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. 145, p. 815) comment, au cours de la dégradation de la spartéine par la méthode d'Hofmann, cinq des six chaînes fermées que renferme cet alcaloïde sont rompues, en même temps qu'un atome d'azote est éliminé à l'état de triméthylamine. Une base non saturée, le méthylhémispartéilène, fut le produit résultant de ces iodométhylations successives.

Le manque de matière nous avait seul empêchés de tenter de séparer le dernier atome d'azote et d'obtenir le carbure non saturé correspondant à la spartéine : le spartéilène. De nouvelles recherches nous ont conduits à ce résultat.

Le méthylhémispartéilène $C^{15}H^{22}N-CH^3$, soumis à l'action de l'iodure de méthyle, nous a fourni un produit présentant la composition d'un iodo-

méthylate $C^{15}H^{22}N - CH^3\text{-}CH^3I$, mais qui paraît être un mélange d'au moins deux corps isomériques. Ce mélange, traité par l'oxyde d'argent humide, est transformé en hydrate d'ammonium quaternaire, que l'on a décomposé, en le maintenant dans le vide à une température ne dépassant pas 70°. Dans ces conditions nous avons obtenu un produit bien défini, le *diméthylhémispartéilène* $C^{15}H^{21}N(CH^3)^2$, bouillant à 201°-202° sous 27^{mm},5, et dépourvu de pouvoir rotatoire.

Le diméthylhémispartéilène se combine à l'iodure de méthyle en donnant un iodométhylate qui paraît bien défini et qui est également inactif sur la lumière polarisée. L'hydrate d'ammonium quaternaire correspondant se décompose, quand on le maintient dans le vide à 75°, en donnant de la triméthylamine et un hydrocarbure : le *spartéilène* $C^{15}H^{20}$.

Le spartéilène est un liquide incolore, inodore, bouillant à 157°-159° sous 18^{mm}. Il est dépourvu de pouvoir rotatoire. Sa réfraction moléculaire (69,39) s'accorde avec la réfraction moléculaire calculée (68,77) pour un carbure $C^{15}H^{20}$ possédant six doubles liaisons.

Il absorbe énergiquement le brome en solution chloroformique.

La dégradation de la spartéine, dont le spartéilène est le terme, a donc été réalisée par cinq iodométhylations successives, ou, plus exactement, par six iodométhylations, puisque l'une d'elles est double. On observe, en effet, au cours de ces opérations à partir de la spartéine $C^{15}H^{26}N^2$, la formation des produits intermédiaires suivants :

Méthylspartéine $C^{15}H^{25}N^2(CH^3)$,
Diméthylspartéine $C^{15}H^{24}N^2(CH^3)^2$,
Méthylhémispartéilène $C^{15}H^{22}N(CH^3)$ et triméthylamine $N(CH^3)^3$,
Diméthylhémispartéilène $C^{15}H^{21}N(CH^3)^2$,
Spartéilène $C^{15}H^{20}$ et triméthylamine $N(CH^3)^3$.

La formation de triméthylamine au stade méthylhémispartéilène nous a permis, antérieurement, d'affirmer qu'un des atomes d'azote de la spartéine est engagé dans une double chaîne fermée.

Nous avions conclu qu'il en était de même pour le second atome d'azote, à la suite d'expériences qui nous avaient conduits à admettre la symétrie de la formule de la spartéine. La seconde production de triméthylamine au stade spartéilène établit directement ce fait, indépendamment de toute hypothèse sur la symétrie de la spartéine.

Le spartéilène peut donc être considéré comme dérivant de la spartéine par enlèvement de deux molécules d'ammoniac



$$C^{15}H^{26}N^2 - 2NH^3 = C^{15}H^{20}.$$

Ce qu'on sait de la formation des carbures analogues (pipérylène et conylène) permet de penser que le mode d'enchaînement des atomes de carbone de la spartéine est intégralement conservé dans le spartéilène. L'étude de ce carbure offrira donc vraisemblablement la clef de la constitution complète de la spartéine.

Malheureusement l'obtention du spartéilène, en quantité quelque peu notable, représente une dépense de matière et de travail considérable. Nous avons sacrifié les quelques grammes dont nous disposions dans un essai d'oxydation par le permanganate de potassium en liqueur neutre. Dans les produits formés au cours de cette oxydation, nous avons pu caractériser l'acide formique et isoler un acide, peu soluble dans l'eau froide, fondant en se décomposant à 300°-305° (au bloc Maquenne). L'analyse de l'acide et de son sel d'argent conduit à la formule $C^{10}H^{10}O^{5}$. Cet acide n'a pu être identifié à aucun acide connu.

Quoi qu'il en soit, l'activité optique du méthylhémispartéilène, ainsi que l'inactivité du diméthylhémispartéilène et du spartéilène, sont des faits de première importance, dont toute formule représentative de la spartéine devra nécessairement tenir compte.

CHIMIE AGRICOLE. — *Le réveil de la terre.*
Note de MM. **A. Müntz** et **H. Gaudechon.**

A la fin de la période hivernale, on constate dans la terre arable un véritable réveil, comme si, après un long engourdissement, elle revenait à la vie, acquerrant d'une manière brusque, et pour ainsi dire sans transition, une activité particulière. Il est difficile de définir ces manifestations, elles se sentent plutôt qu'elles ne se décrivent; la terre a une autre allure, elle se travaille d'une manière différente, s'émiette et foisonne sous la bêche, émet des vapeurs, de petites herbes apparaissent subitement à sa surface; c'est tout un ensemble d'indices qui ont, de tout temps, frappé l'esprit des gens de la campagne, et, pour caractériser cette apparition, ils emploient des expressions locales souvent pittoresques, telles que : « la terre est en travail », ou « la terre est en amour », ou encore « la terre est amoureuse », sans d'ailleurs chercher la cause d'un état si visible, qui semble limité à une période de peu de durée, pour redevenir ensuite plus normal. A première vue, nous avons été portés à croire que c'est dans les phénomènes biologiques dont la terre est le siège, qu'on pouvait espérer trouver

l'explication de ces apparences et que la cause déterminante devait en être le relèvement de la température qui se produit au premier printemps.

De toutes les actions microbiennes dont la terre est le siège, la nitrification est de beaucoup la plus palpable et la plus caractéristique; c'est à son étude que nous nous sommes attachés pour voir si elle avait une relation de cause à effet avec ce qu'on peut appeler le *réveil de la Terre*.

Déjà, dans de précédentes études, nous avons constaté que la terre prise dans la période hivernale montrait beaucoup moins d'activité nitrifiante que celle prélevée au printemps, lorsqu'on les plaçait toutes deux dans des conditions identiques de température favorable. Nous pensions que ce fait était dû à ce que les organismes nitrifiants avaient, dans le sol en place, déjà ressenti quelque influence des premières journées tièdes, qui auraient accru leur vitalité.

Mais, en examinant de plus près, aux différentes époques de l'année, l'activité nitrifiante du sol, il nous apparut que ces faits n'étaient pas aussi simples et ne tenaient pas seulement à un relèvement de la température. Même quand celle-ci reste également favorable, on constate, en effet, après une période d'activité, un ralentissement notable.

Nous avons cru constater dans le réveil brusque de ces organismes et dans l'accalmie qui le suit, autre chose, une sorte de prédilection pour une période déterminée, une accoutumance, vrai fait d'atavisme, qui donnerait, indépendamment des conditions extérieures, une activité particulière aux organismes nitrificateurs, à un moment précis de l'année, où les conditions naturelles lui impriment une recrudescence de fonctionnement.

De pareils faits s'observent dans la germination des graines : on sait que les grains de blé provenant de pays situés sous une latitude élevée, comme la Norvège, lorsqu'ils sont semés sous nos climats, ne lèvent pas en même temps que les blés indigènes, mais plus tardivement, à une époque rapprochée de celle à laquelle ils ont l'habitude de lever dans leur pays d'origine, par une ressouvenance, qui est en réalité de l'atavisme. Et les grains indigènes, semés à d'autres époques que celles qui sont usuelles, ne donnent pas les mêmes résultats que ceux que l'on constate avec les grains semés normalement.

Pour rechercher si les bactéries nitrifiantes ont ce sentiment d'une époque de prédilection pour leur optimum de fonctionnement, nous avons fait varier les époques d'ensemencement, laissant toutes les autres conditions rigoureusement égales, en particulier la température. Des milieux nitrifiables, terre, terreau, ont été stérilisés, additionnés de sulfate d'ammo-

niaque et placés dans une étuve à température constante à 23°. Ces lots de terre ont été successivement, et de 15 jours en 15 jours, ensemencés avec une même terre vivante, prise dans un potager. De 15 jours en 15 jours aussi, on déterminait dans les terres ensemencées, la quantité de nitre formé.

La terre de semence restée dans le potager, était soustraite par un abri placé sur le sol à des influences extérieures.

Le premier ensemencement a été effectué, le 18 février 1910, en pleine période hivernale et le dernier, le 17 mai, alors que le printemps était déjà très avancé.

Voici les résultats obtenus :

Date de l'ensemencement.	Azote nitrifié par kilogramme de terre 3e quinzaine après l'ensemencement.	Azote nitrifié par kilogramme de terre 2e quinzaine après l'ensemencement.
	mg	mg
18 février 1910	40	129
du 18 février au 3 mars	249	236
du 3 mars au 18 mars	294	381
du 18 mars au 2 avril	333	416
du 2 avril au 18 avril	191	454
du 18 avril au 2 mai	141	125
du 2 mai au 17 mai	»	58

Quoique ces résultats fassent déjà penser qu'il y a une action marquée de l'époque à laquelle on prélève la semence, il nous a semblé qu'une série nouvelle d'études s'imposait et nous avons cherché à éliminer toutes les causes d'erreurs qui pouvaient se produire.

1° La terre servant de semence était conservée dans une glacière à une température voisine de +2°C.; restant ainsi en un état hivernal, aucun changement biologique ne pouvait donc s'y effectuer;

2° La quantité de matière nitrifiable, le sulfate d'ammoniaque, était maintenue constante dans chaque lot de terre ensemencée;

3° La température était identique dans toute la série des opérations;

4° Le taux d'humidité était maintenu uniforme.

Cette nouvelle expérience a été conduite de la façon suivante:

Un lot homogène de terre fine tamisée a été stérilisé à l'autoclave à 100°C., un lot de terreau a été stérilisé de même; puis on a incorporé à la terre du sulfate d'ammoniaque à la dose de 2g par kilogramme; au terreau, le même sel à la dose de 3g par kilogramme. On a rempli, avec la terre ainsi préparée, 8 pots contenant chacun 4kg

de terre et 8 pots contenant chacun 3kg de terreau. Chaque pot a été couvert d'un disque de verre et abandonné dans un sous-sol à l'abri des poussières jusqu'à l'époque de l'ensemencement.

De 15 jours en 15 jours, on ensemençait un pot de terre et un pot de terreau avec 80g de la terre placée dès l'origine dans une glacière et, avant de mettre le pot ensemencé à l'étuve à 26°C., on prélevait un échantillon de la terre et du terreau, destiné à indiquer, d'une part, la teneur originelle de l'échantillon en azote nitrique, et, d'autre part, à constater que la terre ou le terreau du pot considéré ne s'étaient pas ensemencés spontanément pendant la période d'attente. En fait, dans aucun des pots de terre ou de terreau stérilisés, la teneur en azote nitrique n'a varié du 14 février, époque du premier ensemencement, au 23 mai, époque du dernier ensemencement. Ni la terre ni le terreau ne se sont ensemencés spontanément en ferments nitriques pendant cet intervalle de temps.

15 jours après l'ensemencement, et de 15 jours en 15 jours dans la suite, on prélevait un échantillon dans chacun des pots placés à l'étuve, on y dosait le sulfate d'ammoniaque restant, afin d'en maintenir la concentration constante et l'on y déterminait la quantité d'azote nitrifié.

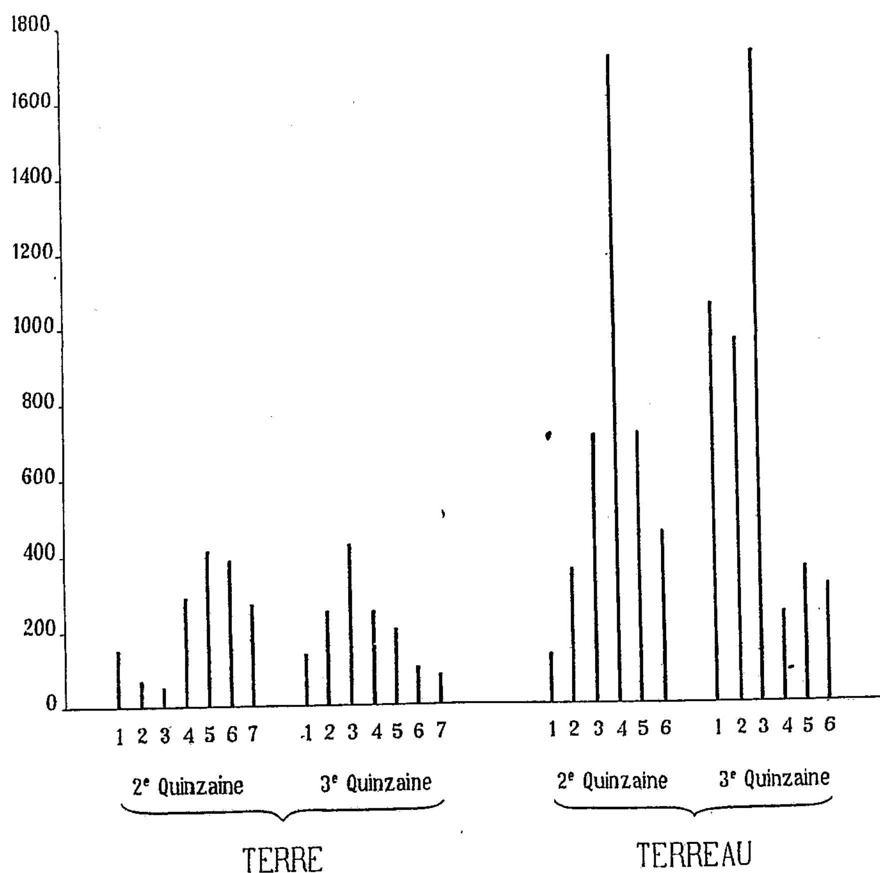
Les résultats obtenus comprennent toute la période entre le 14 février et le 18 juillet 1911, englobant par suite toute la série des faits culturaux dont nous avons parlé au début.

Le Tableau ci-dessous représente la quantité d'azote nitrique en milligrammes formée par kilogramme de terre, au cours des quinzaines successives adoptées pour le prélèvement des échantillons.

QUANTITÉ D'AZOTE NITRIFIÉ DANS LA QUINZAINE, EN MILLIGR. PAR KILOGR. DE TERRE SÉCHÉE A 100°.

Lot prélevé après chaque quinzaine qui suit la date d'ensemencement.	Date de l'ensemencement.							
	14 février. Pot 1.	28 février. Pot 2.	14 mars. Pot 3.	28 mars. Pot 4.	11 avril. Pot 5.	25 avril. Pot 6.	9 mai. Pot 7.	23 mai. Pot 8.
				Terre.				
1re quinzaine...	20	19	43	9	20	49	118	104
2e quinzaine...	144	64	50	291	406	388	265	253
3e quinzaine...	128	251	420	243	196	92	179	325
4e quinzaine...	193	325	143	118	37	148	165	39
5e quinzaine...	241	138	151	10	17	258	19	»
				Terreau.				
1re quinzaine...	158	74	43	41	121	84	174	266
2e quinzaine...	129	355	707	1704	701	454	270	1019
3e quinzaine...	1052	959	1820	234	353	315	1242	937
4e quinzaine...	1223	1315	418	639	140	924	750	838
5e quinzaine...	912	704	892	14	350	413	500	»

Le graphique ci-dessous montre les intensités de nitrification aux diverses époques. On a représenté pour la terre et le terreau la quantité d'azote nitrifié pendant la deuxième et la troisième quinzaines qui ont suivi la date d'ensemencement. Cette quantité a été portée en ordonnée et exprimée en azote nitrique par kilogramme de terre sèche.



Les nombres successifs inscrits en abscisses représentent les numéros des pots dont les dates d'ensemencement sont fournies par le Tableau. Ils représentent les 7 premiers pots pour la terre et les 6 premiers pots pour le terreau.

Ces résultats confirment et accentuent ceux de la première année d'expériences. Il ressort, en effet, très nettement, de ces diverses données, qu'il existe un maximum d'action, une activité de multiplication ou de fonctionnement plus grande des ferments à une époque correspondant au réveil de

la terre, c'est-à-dire entre le 28 mars et le 25 avril, sous le climat de Paris.

En dehors de toute action possible de la température, celle-ci ayant été maintenue constante, tant pour la terre servant de semence, qui était restée au voisinage de 0°, que pour les terres ensemencées, qui étaient maintenues à 26°.

C'est surtout dans le terreau que cette activité est devenue manifeste. Après l'intensité maxima de la nitrification, il y a de nouveau un ralentissement notable persistant pendant un certain temps, et si l'on constate ensuite un relèvement, il n'a atteint dans aucun cas celui de la période d'activité maxima.

Le fait d'une nitrification plus abondante, à un moment donné de l'année, nous semble être hors de doute par les résultats qui précèdent et coïncident avec l'époque du réveil de la terre, qui se trouve ainsi expliqué.

PARASITOLOGIE. — *Sur la teigne des Pommes de terre.*
Note de M. **Léon Labbé.**

Une émotion très vive s'est produite dans certains milieux du Parlement et dans le public, à la suite de la Communication faite, le lundi 8 janvier, à l'Académie des Sciences, par notre confrère M. Bouvier, d'un travail de M. Picard, professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier, au sujet de ce qu'on a désigné sous le nom de *teigne* de la Pomme de terre.

Ici même on s'est demandé s'il n'était pas urgent de solliciter l'intervention du Ministre de l'Agriculture et notre confrère M. de Freycinet et moi avons pris l'engagement d'appeler sur ce point l'attention du ministre compétent.

Or il résulte de l'enquête que j'ai faite au nom de M. Freycinet et au mien, qu'au Ministère de l'Agriculture on était au courant de la question et qu'on était en train de prendre les mesures nécessaires pour combattre ce nouveau fléau.

C'est d'ailleurs au titre d'Inspecteur des Services phyto-pathologiques que M. Picard avait été chargé par le Ministre de l'Agriculture de l'étude dont les résultats scientifiques ont fait l'objet de la Note présentée par M. Bouvier.

D'après les renseignements les plus précis, dans très peu de jours, un modèle d'arrêté, relatif aux procédés à employer pour la destruction du parasite dont il s'agit, sera envoyé aux préfets du littoral méditerranéen. Ces fonctionnaires seront invités à prendre d'urgence les mesures nécessaires.

Il paraît probable qu'on n'a guère à craindre le développement du parasite en dehors des régions chaudes du midi de la France.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le volcan de la Réunion.* Note de M. A. LACROIX.

L'île de la Réunion est de nature exclusivement volcanique, mais l'activité éruptive y est actuellement localisée en un point de sa partie orientale, au Piton de la Fournaise; celui-ci est un volcan imposant, puisque certaines de ses coulées récentes atteignent une longueur de 10^{km}. Il n'est cependant que le témoin affaibli d'une activité qui a été bien plus importante dans le passé.

Le Piton de la Fournaise se trouve au milieu d'une grande caldeira égueulée du côté de l'Est, qui est entaillée dans un cône en ruine, édifié lui-même dans une caldeira plus ancienne et beaucoup plus vaste; cette dernière résulte de la destruction partielle d'une montagne volcanique encore plus considérable; elle est soudée par la Plaine des Cafres au massif du Piton des Neiges.

Les falaises à pic des Remparts des Sables et de Bellecombe montrent des coupes magnifiques de ces deux cônes démantelés, de ces deux Somma emboîtées, dont la Plaine des Sables et l'Enclos Fouqué [1] constituent les Atrio. Ces cônes possèdent la même structure, résultant de la succession de coulées basaltiques, séparées par des lits scoriacés, coulées se déversant à l'extérieur et dont les plus récentes supportent de petits cônes de scories à cratère, dus à des éruptions latérales.

Cette structure est aussi celle du Piton de la Fournaise, qui se terminait jusqu'en 1766 par un cratère unique, le cratère Bory, aujourd'hui éteint, mais en parfait état de conservation; à cette époque, s'est élevée, sur le flanc oriental de ce cratère, une éminence de lave, terminée par une petite bouche; en 1791, une grande éruption a ouvert à l'Est de ce Mamelon central le cratère Dolomieu, qui est resté le cratère actif. Depuis lors, le Mamelon

---

[1] Les premiers explorateurs du volcan ont donné aux principaux accidents topographiques des noms de géologues. Suivant leur exemple, je désignerai par le nom de mon regretté maître, Fouqué, auquel la vulcanologie doit tant, le vaste enclos semi-circulaire entourant le Piton de la Fournaise, et par celui de M. Ch. Vélain, qui a publié autrefois un intéressant travail sur la géologie de la Réunion, l'enclos plus petit dont il sera question plus loin.

central a disparu (par affaissement ou projection) et, à sa place, se trouve aujourd'hui une petite caldeira consistant en un enclos semi-circulaire, que je désignerai sous le nom d'Enclos Vélain; il joue par rapport au mamelon surbaissé de lave, terminé par le cratère actif, le même rôle que l'Enclos Fouqué vis-à-vis du Piton de la Fournaise tout entier.

On voit donc que, dans la suite des siècles, le centre éruptif s'est constamment déplacé vers l'Est, en même temps que les appareils édifiés diminuaient d'ampleur.

Tant que l'activité a été localisée dans le cratère Bory, les courants de lave se sont déversés dans toutes les directions, dans l'Enclos Fouqué, où ils n'étaient arrêtés que par les falaises du Rempart de Bellecombe, dans la région de l'Est où, profitant de la brèche de 7^{km} de large, ouverte dans la caldeira, ils descendaient à la mer le long des Grandes Pentes, pour constituer le Grand Brulé. Dans cette direction, leur domaine est resté limité par les hauts remparts du Bois Blanc et du Tremblet, prolongement vers la mer de la brèche de la caldeira. Depuis que fonctionne le cratère actuel, c'est surtout vers l'Est que les laves s'épanchent, mais depuis quelques années, elles se déversent principalement sur les flancs Nord et Nord-Est du volcan, descendant en cascades dans la Plaine des Osmondes, pour prendre ensuite la direction de l'Est et atteindre le Grand Brulé; lors de la dernière éruption, en 1910, l'épanchement s'est produit vers le Sud.

La caractéristique de ce volcan réside dans la grande fluidité du magma épanché, ce qui entraîne l'extrême réduction des phénomènes explosifs (¹). C'est afin d'étudier toutes les conséquences de cette propriété que j'ai entrepris récemment une exploration géologique de la Réunion; aussi, au lieu d'aborder le volcan, comme l'ont fait la plupart de ceux qui m'ont précédé, par la région ancienne, par l'Ouest, en franchissant les deux Somma pour arriver ensuite au Piton de la Fournaise, me suis-je proposé d'atteindre son sommet par le côté de la mer, en remontant les coulées (²) depuis leur extrémité jusqu'à leur origine. Je suis revenu par le sentier

(¹) Cependant, dans les récits des anciennes éruptions, il est facile de reconnaître la trace de quelques paroxysmes vulcaniens; tel est le cas de l'éruption du 19 mars 1860 racontée par Maillard.

(²) Cette traversée du volcan nous a demandé une semaine. Elle présente de grandes difficultés, tenant moins à des obstacles topographiques, qu'à la nécessité de gravir 2625^{m} sur des scories aiguës et coupantes, souvent roulantes, auxquelles ne résiste aucune chaussure, qu'à l'absence d'eau et enfin qu'à la difficulté de recruter et surtout de conserver le personnel nécessaire. Je n'ai pu surmonter cette dernière difficulté que

classique après avoir effectué la traversée totale du volcan de l'Est à l'Ouest.

Le Piton de la Fournaise est presque chaque année le siège d'éruptions que séparent des périodes de repos complet. J'ai eu la malchance de me trouver à la Réunion pendant une de ces dernières. Ces éruptions sont souvent terminales, la lave se déversant directement du cratère, mais il se produit aussi des éruptions latérales par ouverture de fentes dans les flancs de la montagne : les derniers paroxysmes ont été surtout de ce genre, qui n'exclut pas d'ailleurs des épanchements de moindre importance par le cratère central. L'altitude de ces fentes est très variable ; les unes, en effet, se trouvent près du sommet, tandis que les autres sont plus ou moins basses [par l'une de celles de la Plaine des Osmondes (1400^m)] (1).

Le cratère. — Le cratère est en état de perpétuel changement, ce qui s'explique aisément par les épanchements terminaux de lave, dont il est le siège. Chacun des anciens explorateurs en a donné une description différente. Voici en effet les indications qui leur sont dues :

	Diamètre.	Profondeur.	
	m	m	
1791-1801 (oct.)	200 env.	40 env.	Berth et Bory Saint-Vincent.
1801 (20 nov.).	390 »	quelques mètres	Bory Saint-Vincent.
1851..........	150 »	300 env.	Maillard.
1874..........	400 »	150 »	Vélain.
1889 (sept.)...	150 »	200 »	Hermann.
1890..........	200 »	25 »	»

Le 28 octobre dernier, nous avons trouvé le sommet du volcan dans un tout autre état ; il était constitué par un petit plateau, sur le bord Nord-Est duquel se présentait un bombement plus élevé de 2^m ou 3^m et couvert d'une lave cordée, très bulleuse, très fragile, creusée de nombreux tunnels

grâce au concours dévoué d'un jeune colon, M. L. Leroux, qui a organisé d'une façon parfaite notre expédition, l'a dirigée avec une autorité suffisante pour éviter toute défection parmi nos 22 porteurs et a ainsi assuré le transport intégral de ma pesante collection de roches. Nous avons été en outre accompagnés, Mme Lacroix et moi, par le capitaine Déroche.

(1) Il en est de plus basses encore, mais en dehors des remparts, elles résultent d'éruptions excentriques, qui ont déversé des laves jusque dans la mer : elles se sont produites près de Sainte-Rose (1745), près du Tremblet (1774), à la pointe de la Table (1778), aux Citrons-Galets (1800).

s'effondrant sous les pas. Partant de cette portion plus élevée, des courants de lave se dirigeaient dans toutes les directions, recouvrant presque entièrement le plateau et se déversant sur toutes ses pentes extérieures. Dans cette partie Nord-Est, se trouvait une cavité (¹) d'une quarantaine de mètres de diamètre et de quelques mètres de profondeur, formée sans aucun doute par l'affaissement d'une portion de la lave récente. Nous étions là sur l'emplacement de l'ancien cratère, entièrement comblé par les produits de la dernière éruption terminale, qui s'est clôturée par un épanchement de lave, sans phénomènes explosifs, puisqu'aucun produit de projection ne s'apercevait à la surface de cette coulée semblant consolidée de la veille.

Cette disparition du cratère est un stade de l'évolution du volcan qui n'est probablement pas nouveau, mais qui n'a pas encore été signalé; il sera intéressant de suivre de près la prochaine éruption pour voir si le cratère se rouvrira par projection, ou par fusion de cette nouvelle calotte de lave sous l'influence du magma en voie d'ascension, ou bien s'il ne s'ouvrira pas une nouvelle bouche; dans ce cas, les enseignements de l'histoire passée du volcan rendent vraisemblable qu'elle se produira sur les pentes orientales du mamelon terminal (peut-être dans la direction de la fente de 1889, au-dessus du cône de la Selle).

Les fentes. — La position des fentes, par rapport à la topographie du volcan, entraîne des particularités qui méritent d'être étudiées. Le type le plus fréquent consiste en fissures ouvertes de haut en bas, suivant la direction de plus grande pente. Lorsque l'activité explosive, toujours faible d'ailleurs, s'est localisée sur des points particuliers des fissures, il en résulte de petits cônes de scories, très réguliers, alignés et généralement peu élevés, si on les compare à ceux édifiés par les éruptions de l'Etna; les cônes de la vallée des Osmondes et de son voisinage ont leur fond rempli par une nappe horizontale de lave continue à grandes ondes. Dans d'autres cas, toute la fente a fonctionné, avec toutefois çà et là des points d'activité maximum; quand on l'examine par le travers, on a l'illusion d'une série de cônes de scories réguliers, accolés les uns aux autres, mais si l'on se

(¹) Sur les parois de cette cavité, se voyaient quelques sublimations jaunes (probablement chlorures ferrugineux), que la fragilité des bords ne m'a pas permis d'atteindre; aucune fumerolle n'y était visible, mais des petits tunnels de lave voisins s'élevait une faible quantité de vapeur d'eau légèrement acide, se condensant abondamment sur les objets froids mis à son contact. Je n'y ai vu aucun produit de sublimation, mais seulement quelques croûtes blanches d'opale.

place sur l'alignement de ceux-ci, on constate l'absence de cratères individuels; la fente est béante, plus ou moins rectiligne, inégalement large et profonde; elle est bordée de talus de scories incohérentes, avec des renflements locaux auxquels est due cette apparence de cônes réguliers (fentes faisant face au Nez Coupé, par exemple).

Dans ces deux cas, la lave s'est épanchée principalement par la partie la plus inférieure de la fissure, tandis que celle-ci a été le siège de projections stromboliennes et surtout havaïennes. La fluidité du magma rejeté était souvent fort grande, car à côté de scories bulleuses irrégulières, on observe d'abondants lambeaux de lave, étirés et contournés, à surface continue. Les bombes présentent ce que j'appellerai la forme en *bouse de vache;* des paquets de magma ont été rejetés assez fluides pour pouvoir s'aplatir sur le sol en éclaboussant le voisinage. La surface supérieure de ces bombes est vernissée, unie ou plissée, tandis que leur face inférieure s'est plus ou moins incrustée sur le sol.

A mi-chemin entre le cratère et le fond de l'enclos Vélain, se rencontrent des fentes béantes, Nord-Sud, sensiblement horizontales; leur largeur ne dépasse guère 1^m; elles sont ouvertes au niveau du sol et garnies d'un enduit continu de verre à surface mamelonnée, étirée, vernissée; des stalactites de même nature pendent dans la cavité. Le magma très fluide a débordé comme du lait en ébullition, donnant naissance à des coulées cordées qui, franchissant la lèvre inférieure, se sont déversées dans l'enclos voisin. Çà et là des obstructions partielles de la fissure ont limité de petites ouvertures, d'où la lave a jailli avec plus de force, produisant des fontaines, qui ont élevé des édifices coniques alignés ayant quelques mètres de hauteur; sur leurs pentes sont figées des coulées cordées en miniature.

Les phénomènes de projection ont été encore plus réduits que dans le cas des fentes verticales; ils n'ont cependant pas manqué totalement. On voit en effet au voisinage de ces ouvertures quelques scories très légères, translucides et irisées. Des portions du magma peu ou pas bulleux ont été en outre rejetées sur les bords immédiats, sous forme de fragments étirés, dont les dimensions atteignent parfois plus de 1^{dm}, avec par places une section de quelques millimètres ou des renflements de plusieurs centimètres. Ils sont retombés sur le sol dans un état de plasticité suffisant pour qu'ils aient pu se souder légèrement les uns aux autres; essentiellement vitreux, ils sont d'une extrême fragilité.

Quant aux produits fins de projection, je ne les ai vus que dans la région des fentes verticales. Ils consistent en amas feutrés remplissant les aspérités

des laves superficielles; on y trouve tous les passages entre les longs fils uniformes (cheveux de Pelé), les petites larmes et les gouttelettes de verre à formes très variées. Les productions filiformes sont parfois, dans les grandes éruptions, emportées par le vent fort loin du volcan.

Coulées. — Les coulées présentent les deux types structurels habituels aux roches basiques : le scoriacé, à surface incohérente (gratons), caractéristique des courants à marche très rapide, et le type à surface continue, avec ses innombrables variétés morphologiques (laves cordées, etc.). La surface de ces dernières est toujours constituée par une mince zone vitreuse, qui, sous l'influence du refroidissement et plus tard de l'insolation, s'écaille en lames minces, coupantes, irisées.

Ces coulées de lave continue permettent de suivre tous les détails de la morphologie et de la production de tunnels par consolidation rapide de la surface, alors que la partie centrale reste assez fluide pour s'écouler rapidement à l'extérieur. J'aurai prochainement l'occasion de discuter les particularités minéralogiques liées à ce phénomène.

De la voûte de ces tunnels, pendent des stalactites de lave, à formes souvent étranges; le plancher de la cavité est constitué par un courant de lave cordée, alors que sur ses parois sont souvent symétriquement disposées des banquettes, témoins des changements de niveau successifs de la matière en fusion. Quand l'accroissement des stalactites a continué après l'arrêt du courant de lave, les gouttes visqueuses, qui en tombaient, se sont empilées pour produire des stalagmites d'une beauté de forme exceptionnelle.

La surface de ces coulées supporte fréquemment des grottes et de petits cônes, formés par le soulèvement local de la croûte consolidée d'un tunnel sous l'action d'un afflux nouveau de magma. Tantôt la lave fondue a simplement rempli les fissures de la croûte fendillée, tantôt elle s'est épanchée sous forme de minuscules coulées cordées. Ces faits sont connus depuis longtemps, mais je les rappelle parce que j'aurai l'occasion de montrer ultérieurement que les laves ainsi consolidées à la surface, dans ces conditions très spéciales, possèdent d'ordinaire une structure différente de celle de la roche qu'elles traversent.

En présentant à l'Académie un Opuscule qui vient d'être publié en l'honneur de son Cinquantenaire scientifique, M. A. Gautier s'exprime ainsi :

J'ai le plaisir de présenter à l'Académie une petite brochure ayant pour titre *Cinquantenaire scientifique de M. Armand Gautier*. On y trouvera l'ensemble des discours qui ont été prononcés le 26 novembre dernier, dans la belle salle du Conseil de la Faculté de Médecine, par mes collègues, mes confrères et mes élèves, à l'occasion de mes cinquante années de services universitaires, et pour fêter un enseignement et des travaux poursuivis durant plus d'un demi-siècle. J'y ai joint la réponse que j'ai faite aux très honorables amis qui ont bien voulu célébrer ce Jubilé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation catalytique des éthers-sels des acides forméniques à partir des éthers formiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Dans une Note récente (¹), nous avons établi que divers oxydes catalyseurs tels que l'oxyde titanique, l'oxyde de thorium, dédoublent très facilement les éthers-sels de l'acide formique. Cette destruction est déjà très importante pour des températures comprises entre 250° et 300°, tandis que les éthers-sels des autres acides forméniques ne sont dédoublés par les mêmes catalyseurs qu'à des températures plus hautes et conservent généralement au-dessous de 300° une stabilité à peu près complète.

Lorsque la température est suffisante pour les détruire tous, les éthers formiques sont dédoublés bien plus vite que ceux des autres acides. En outre, nous avons vu que la réaction principale de dédoublement des éthers formiques consiste dans le retour à l'alcool :



$$H.CO^2R = CO + ROH.$$

Par suite, on devait prévoir que, si cette scission est accomplie au-dessous de 300° en présence des vapeurs d'un autre acide forménique, l'alcool engendré devra, sous l'influence du catalyseur, se combiner de suite avec l'acide pour donner l'éther-sel correspondant, qui est lui-même encore indécomposé à cette température. Nous savons en effet que l'oxyde de thorium et encore mieux l'oxyde titanique sont des catalyseurs très actifs

(¹) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 49.

d'éthérification, pour les acides forméniques opposés aux divers alcools (¹).

Pour vérifier ces prévisions, nous avons dirigé sur une traînée d'*oxyde titanique*, maintenue vers 250°, les vapeurs d'un mélange à peu près équimoléculaire d'*acide isobutyrique* et de *formiate de méthyle*. On observe un dégagement d'oxyde de carbone pur, et le liquide condensé contient, à côté d'acide isobutyrique non transformé et de méthanol issu de la destruction de l'éther, environ $\frac{1}{3}$ d'*isobutyrate de méthyle* (bouillant à 92°) et aussi une dose assez importante d'*aldéhyde isobutyrique* (bouillant à 63°). Il n'y a eu aucune formation appréciable de l'*isobutyrone*, qui proviendrait du dédoublement spécial de l'acide.

Une réaction semblable a lieu quand on fait agir sur l'oxyde titanique, vers 250°, molécules égales d'*acide isobutyrique* et de *formiate d'isoamyle;* on obtient un rendement assez élevé en *isobutyrate d'isoamyle* (bouillant à 168°), qui est accompagné d'alcool isoamylique et d'*aldéhyde isobutyrique:* il n'y a pas eu production de l'acétone symétrique.

L'*oxyde de thorium* se prête à des réactions de même nature, mais son emploi exige des températures un peu plus hautes, supérieures à 300°, et la conséquence est la formation de doses plus ou moins grandes d'acétone issue de l'action particulière que la thorine exerce sur l'acide.

Avec un mélange équimoléculaire d'*acide isovalérique* (qui bout à 176°) et de *formiate de méthyle*, on obtient sur la thorine à 300°-330° un dégagement régulier d'oxyde de carbone contenant de l'anhydride carbonique. Le liquide condensé renferme, à côté d'une portion d'acide non transformé et de méthanol, environ $\frac{2}{5}$ (en volumes) d'*isovalérate de méthyle* (bouillant à 116°) et $\frac{1}{6}$ d'*aldéhyde isovalérique* (bouillant à 92°) : la proportion de cétone est tout à fait négligeable.

En opérant sur le même mélange à température plus haute, vers 370°, la dose d'anhydride carbonique s'accroît dans le gaz dégagé, par suite d'une production nette d'isovalérone (qui bout à 165°). Le produit condensé ne contient plus d'acide isovalérique, mais renferme environ 50 pour 100 d'isovalérate de méthyle, 10 pour 100 d'isovalérone et un mélange de méthanol avec environ 15 pour 100 d'aldéhyde isovalérique.

Des résultats tout à fait analogues ont été obtenus sur l'oxyde de thorium en opposant respectivement l'*acide isobutyrique* ou l'*acide caproïque* au *formiate de méthyle*, l'*acide isovalérique* au *formiate d'isoamyle*.

(¹) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 494.

Ces diverses observations confirment le déplacement effectif de l'acide formique dans ses éthers par les autres acides forméniques ; mais elles indiquent aussi dans tous les cas la production de doses importantes d'*aldéhyde*, issue de l'acide forménique qui est opposé à l'éther formique ; la cause semble devoir être attribuée à une véritable réduction exercée sur l'acide par l'acide formique déplacé.

Nous avons été ainsi amenés à essayer de réaliser directement cette réduction des acides par l'acide formique en présence des oxydes catalyseurs, ainsi que nous aurons l'honneur de l'exposer à l'Académie dans une prochaine Communication.

NOMINATIONS.

Sir **Archibald Geikie**, Président de la Société Royale de Londres, invite l'Académie à se faire représenter par l'un de ses Membres à la célébration du deux-cent-cinquantième anniversaire de la fondation de la Société, qui aura lieu les 16, 17 et 18 juillet 1912.

L'Académie délègue son Président, M. *G. Lippmann*, pour la représenter.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Langley *Memoir on mechanical flight*, par S. P. Langley et Ch. M. Manly.

2° D. O. Mills *expedition Cerro san Cristobal, Santiago, Chile, from its organization in December* 1900 *to March* 1906.

3° Duc d'Orléans. *Campagne antarctique de* 1907 : *Annélides polychètes*, par Pierre Fauvel, et *Crustacés malacostracés*, par le Dr Louis Stappers.

4° Le fascicule 8 et dernier du Tome I de la *Flore générale de l'Indo-Chine*, publiée sous la direction de M. H. Lecomte. (Présenté par M. Mangin.)

5° *Recueil de problèmes d'Électricité*, par H. Pécheux. (Présenté par M. J. Violle.)

6° Quatre brochures de M. le Dr Julius Schuster, de Munich, intitulées : *Ueber Goepperts Raumeria im Zwinger zu Dresden.* — *Bemerkungen über Podozamites.* — I. *Osmundites von Sierra Villa Rica in Paraguay;* II. *Paleozäne Rebe von der Greifswalder Oie;* III. *Xylopsaronius, der erste Farn mit secundärem Holz?* — *Zur Kenntniss der Bakterienfäule der Kartoffel.* (Présenté par M. Zeiller.)

M. de Schokalsky adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur un régulateur thermique de précision.* Note de M. Ernest Esclangon, présentée par M. Paul Appell.

Le principe des régulateurs à *équilibre indifférent sous le régime normal et instable par rapport aux écarts infiniment petits à ce régime* est en réalité le seul mode de régulation qui fournisse une solution parfaite et complète de la régulation des phénomènes dépendant de plus d'une variable [1]. Lui seul fournit, au moyen d'un appareil unique, une élimination *simultanée* de l'ensemble de ces variables.

Guidé par ces vues théoriques, j'ai été conduit, en ce qui concerne la régulation thermique, à l'appareil suivant, que j'ai fait réaliser et que j'ai expérimenté.

Aux extrémités du fléau d'une balance (*fig.* 1) sont suspendues deux cuvettes de même ouverture contenant du mercure. Les arêtes des deux couteaux soutenant les cuvettes sont dans un même plan avec l'arête du couteau autour de laquelle oscille le fléau.

Dans les cuvettes plongent deux tubes *fixes*, fermés par le haut, de mêmes diamètres mais de hauteurs différentes, ABN, A'B'N'. La partie AB du premier tube est métallique pour faciliter les échanges de température; seule elle est placée dans l'étuve à

(1) E. Esclangon, *Sur la régulation des phénomènes : Statique de la régulation* (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1911).

régler, le reste de l'appareil pouvant être à l'extérieur. Ce tube contient en AM une *vapeur saturante* et un petit excès de liquide en M; le mercure en occupe la portion

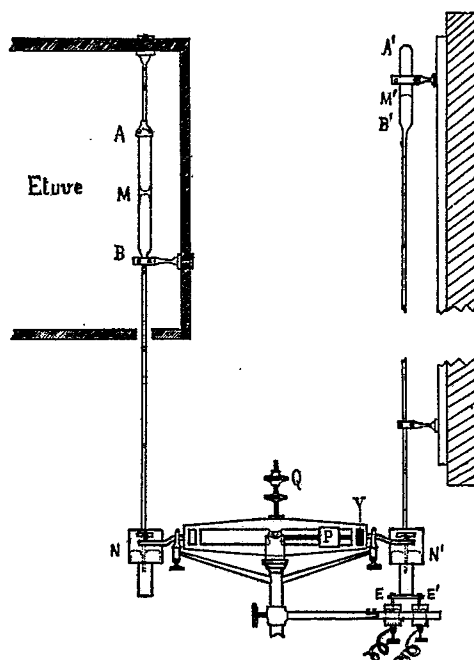


Fig. 1

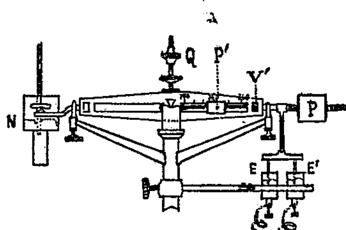


Fig. 2

restante MN (¹). Le tube A'B'N' est un tube barométrique, et le vide existe en A'M'. Les portions BN, B'N' des deux tubes peuvent être courbes et affecter, pour la com-

---

(¹) La tension de la vapeur du liquide employé doit être, à la température qu'on désire obtenir, inférieure à la pression atmosphérique, à moins que la cuvette N soit aussi dans l'étuve et que la portion large AB du premier tube se prolonge jusque dans cette cuvette. Pour des températures comprises entre 25° et 45°, on peut employer l'acétone; entre 15° et 30°, le bromure d'éthyle ou l'éther; entre 55° et 70°, la benzine; au-dessus de 100°, l'essence de térébenthine.

modité de l'installation, des formes quelconques; seules les parties correspondantes AB, A'B' et les parties plongeantes en N, N' doivent être verticales.

Des considérations hydrostatiques simples montrent que : 1° le tube AB étant à une température déterminée θ, l'équilibre, une fois obtenu, se maintient *quelle que soit la pression atmosphérique;* 2° si l'on néglige l'épaisseur des tubes plongeurs en N, N' (et non leur diamètre) et si le centre de gravité du fléau est dans le plan des arêtes des trois couteaux, le fléau peut osciller et se déplacer sans perte d'équilibre. En réalité, à cause de l'épaisseur des tubes et par suite de la variation de poussée du mercure, il n'en est ainsi que si l'on compense cette variation (¹) par l'addition d'un poids Q au fléau.

Si maintenant la température θ vient à changer d'une quantité aussi petite que l'on voudra ε, l'équilibre est rompu et le fléau basculerait complètement dans un sens ou dans l'autre suivant le signe de ε. Il suffit alors de relier les mouvements du fléau à l'appareil chauffant, de manière à augmenter la chauffe quand le fléau penche à droite et inversement, pour avoir réalisé la régulation.

Un poids mobile P, mû par la vis V, permet de faire varier la température de réglage θ; à chaque position du poids P correspond ainsi un régime θ qui s'établit *automatiquement* avec la plus grande rapidité.

Pour assujettir l'appareil chauffant aux mouvements du fléau, j'ai eu recours au contact électrique E, E' qui donne une liaison discontinue, il est vrai, mais très largement suffisante (²). Ce contact commande un clapet à gaz, si le chauffage est obtenu par le gaz, ou bien livre directement passage au courant chauffant, si le chauffage est électrique, sans qu'il soit nécessaire de faire usage d'un relais.

Si l'on supprimait le tube barométrique A'B'N' et la cuvette correspondante (*fig.* 2), la température θ resterait alors faiblement dépendante de la pression atmosphérique. Dans ce deuxième modèle de régulateur, un peu moins encombrant que le premier, la compensation des variations barométriques n'est plus automatique, mais elle est obtenue par la vis V commandant un poids curseur P', mobile en regard d'une division uniforme et fixe indiquant les pressions barométriques correspondantes (³). Le poids P, qui remplace la cuvette, est lui-même mobile et sert à faire varier la température du régime désiré.

(¹) La compensation n'est pas absolument rigoureuse, la différence est de l'ordre de $\sin\varphi(1-\cos\varphi)$ (φ désignant l'inclinaison du fléau), elle est donc entièrement négligeable.

(²) Les contacts sont obtenus par deux tiges cylindriques de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre, plongeant constamment dans deux godets de mercure, l'une des tiges se terminant inférieurement par une partie isolante de même diamètre. De cette manière, il n'y a pas de variation brusque de poussée et la poussée qui s'exerce sur ces deux tiges est également compensée par le poids Q.

(³) La compensation ne dépend, en effet, ni de la température de régime θ, ni du liquide volatil employé en M, mais seulement des variations de la pression barométrique.

Les résultats fournis par ces régulateurs sont extrêmement remarquables. La régulation est très facilement obtenue à quelques *centièmes de degré*, au moins dans la portion de l'étuve qui avoisine le tube AB. La balance qui entre dans la composition de ces appareils n'est nullement une balance de précision. Avec un tube AB de 15^{mm} de diamètre, *la sensibilité à un gramme* est suffisante.

On peut faire enfin la remarque que le même appareil, abstraction faite de sa liaison avec un appareil chauffant, pourrait servir de thermomètre, et avec quelques modifications être utilisé comme enregistreur de températures.

ASTRONOMIE. — *Résultats des observations faites pour la détermination, par la Télégraphie sans fil, de la différence de longitude entre Paris et Bizerte, obtenus par MM. Noirel et Bellot.* Note (1) de M. **Bourgeois**, présentée par M. B. Baillaud.

La détermination de différence de longitude a été exécutée simultanément par deux groupes indépendants d'observateurs, l'un appartenant à l'Observatoire de Paris (MM. Tsatsopoulos et Lancelin), l'autre au Service géographique de l'Armée (MM. les capitaines Noirel et Bellot). Les officiers opérateurs devant employer, pour la détermination de l'heure locale, l'astrolabe à prisme, on avait l'occasion de comparer d'une façon directe les résultats donnés par cet instrument, avec ceux fournis par l'instrument des passages très perfectionné utilisé par les astronomes. Les opérateurs de l'Observatoire et ceux du Service géographique utilisaient les mêmes pendules à Paris et à Bizerte.

Les observations faites à l'astrolabe étaient enregistrées au top sur un chronographe et les échanges encadrés par deux séries de 70 à 80 étoiles horaires, c'est-à-dire d'étoiles dont l'azimut, à la hauteur 60°, ne s'écarte pas de plus de 40° du premier vertical.

On a employé, pour l'échange radiotélégraphique des signaux, la méthode utilisée par les astronomes de l'Observatoire, et décrite dans la Note de M. Renan, présentée par M. Baillaud à la séance de l'Académie du 11 décembre 1911.

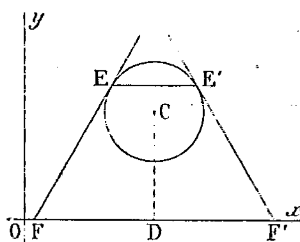
La latitude des piliers de station à l'Observatoire de Paris étant parfai-

(1) Présentée dans la séance du 15 janvier 1912.

tement connue, et celle du pilier de station à Bizerte ayant été déterminée avec précision par une opération spéciale, on s'est affranchi, dans la détermination de l'heure locale par les hauteurs égales d'étoiles, de l'observation des circumméridiennes. A cet effet, on a employé une méthode basée sur ce qu'on a appelé l'observation d'étoiles horaires couplées, c'est-à-dire d'étoiles dont les azimuts ont une somme très voisine de 360°; ces étoiles ont des points de rencontre, avec le cercle de hauteur de 30°, très sensiblement symétriques par rapport au méridien.

On calcule les heures de passage au moyen d'une Table des angles horaires préparée avec des valeurs approchées de la colatitude et du rayon du cercle de hauteur (rayon où interviennent l'angle du prisme et la réfraction atmosphérique). La moyenne des

Fig. 1.



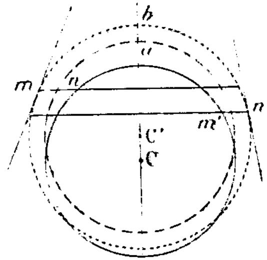
heures pour deux étoiles couplées est indépendante des erreurs commises sur les deux arguments. Traçons, en effet, les axes rectangulaires habituels (*fig.* 1) sur le plan tangent à la sphère au point approché et soient EF, E'F' les droites de hauteur de deux étoiles couplées E et E', construites avec des éléments entachés d'incertitude. La moyenne des abscisses $\frac{\mathrm{OF}+\mathrm{OF}'}{2}$, qu'on calcule avec la Table des angles horaires, est égale à l'abscisse OD du centre C du cercle d'erreur, abscisse qui représente la correction de pendule.

Dans les limites de précision du $\frac{1}{100}$ de seconde, on constate qu'aux latitudes de Paris et de Bizerte la tolérance du couplage peut aller jusqu'à 40 minutes pour une variation du rayon du cercle de hauteur (ou du cercle C) atteignant 10 secondes, ou également pour une incertitude de 5 secondes sur la latitude.

Quand ces deux causes d'erreur se produisent simultanément, les erreurs qui en résultent pour les angles horaires peuvent s'ajouter dans certains cas; comme on le voit sur la figure 2, où l'on a représenté le cercle d'erreur vrai C (en trait plein), ce même cercle C' décalé de l'erreur de colatitude CC' (en trait pointillé) et le cercle admis dans la Table, avec un rayon modifié de la quantité (ab) (en trait ponctué). Pour deux étoiles, dont les droites de hauteur seraient tangentes en m et n', les erreurs d'abscisses sont représentées par les segments mn et $m'n'$, et l'erreur consécutive sur l'abscisse du centre est $\frac{mn - m'n'}{2}$; mais elle change de signe quand

l'étoile m, ayant la distance polaire la plus faible, passe de l'Ouest à l'Est, l'étoile n faisant l'inverse. Il résulte de cette remarque que, dans une série renfermant un assez grand nombre de couples, les erreurs se neutralisent en grande partie dans la moyenne d'ensemble, et l'erreur résultant de la position du centre C n'atteint pas $0^s,01$.

Fig. 2.



Cette méthode de groupement a été appliquée à Paris et à Bizerte; chaque série comprend une vingtaine de couples, à chacun desquels correspond une valeur de la correction de pendule. L'erreur moyenne de la moyenne d'une série a varié de $0^s,04$ à $0^s,05$.

Dans la première série d'observations, M. Bellot était à Paris et M. Noirel à Bizerte; dans la seconde série, au contraire, M. Noirel était à Paris et M. Bellot à Bizerte.

Les résultats des observations ont été les suivants :

Première série d'observations, moyenne pondérée : $0^h 29^m 52^s,529$ (poids 5);

Deuxième série d'observations, moyenne pondérée : $0^h 29^m 52^s,470$ (poids 3,5).

Les poids adoptés résultent du nombre des étoiles observées.

On peut donc prendre comme valeur définitive :

$$0^h 29^m 52^s,505 \pm 0^s,01.$$

A Paris, le pilier du Service géographique est à $0^s,08$ à l'Ouest, et à Bizerte $0^s,04$ à l'Est de celui de l'Observatoire. La différence de longitude ramenée aux piliers de l'Observatoire est donc de

$$0^h 29^m 52^s,385 \pm 0^s,01$$

qui diffère de $0^s,015$ du résultat trouvé par MM. Lancelin et Tsatsopoulos. La différence d'équation personnelle des observateurs est restée très sensiblement constante et égale en moyenne à $0^s,032$.

La durée de propagation des ondes entre Paris et Bizerte, déduite des

soirées où les signaux ont pu être reçus d'une façon complète, est de $0^s,005$, très sensiblement égale à celle de la lumière.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la valeur asymptotique de la meilleure approximation de $|x|$.* Note de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans un Mémoire qui doit paraître prochainement [1], j'ai donné, en particulier, deux démonstrations du fait que *la meilleure approximation de $|x|$ par des polynomes de degré $2n$ est, quel que soit n, de l'ordre de $\frac{1}{n}$.*

Je me permets de reprendre ici l'une de ces démonstrations pour indiquer des résultats plus précis que j'ai obtenus récemment en poussant un peu plus loin les calculs. Le point essentiel du raisonnement, auquel je fais allusion, avait consisté à construire un polynome $R(x)$ de degré $2n$ qui se confond avec $|x|$ aux points O et $\cos\left(k+\frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{2n}$, racines de l'équation

$$xT(x) = x\cos 2n \arc\cos x = 0.$$

En formant ensuite la différence $|x| - R(x)$, j'avais remarqué que

$$(1) \qquad |x| - R(x) = \frac{T(x)}{2n}[1+\varepsilon_n(x)],$$

où $\varepsilon_n(0) = -1$, mais, quel que soit $x > x_0 > 0$, $\varepsilon_n(x)$ tend vers zéro, lorsque n croît indéfiniment. Or, en poussant plus loin les calculs, on reconnaît que $\varepsilon_n(x)$ *tend vers zéro, même lorsque x tend également vers zéro, pourvu que nx devienne infini.* Ce résultat est une conséquence de la formule

$$(2) \qquad |x| - R(x) = \frac{T(x)}{n}\sum_{k=1,3,5,\ldots}^{\infty}\frac{b}{(b+k)^2} + \frac{\alpha_n T(x)}{n},$$

dans laquelle $b = \frac{2nx}{\pi}$ et où α_n tend *uniformément* vers zéro pour $n=\infty$, quel que soit x; on vérifie, en effet, que le second membre tend vers $\frac{T(x)}{2n}$, pourvu que $b = \frac{2nx}{\pi}$ devienne infini.

[1] *Sur l'ordre de la meilleure approximation des fonctions continues* (*Mémoires des Savants étrangers*, publiés par l'Académie de Belgique, 1912).

2. Soit E_{2n} la meilleure approximation de $|x|$ au moyen d'un polynome de degré $2n$ sur le segment $-1, +1$; on tire de la formule (2) que pour n, suffisamment grand, on a

$$\frac{0,5}{2n} \geqq E_{2n} > \frac{0,3}{2n}. \tag{3}$$

La première des inégalités (3) résulte de ce que le polynome de degré $2n$

$$R(x) + \frac{1}{4n} T(x)$$

réalise effectivement une approximation égale à $\frac{0,5}{2n}$.

La seconde des inégalités (3) se vérifie par l'application d'un théorème ([1]) de M. de la Vallée Poussin au polynome

$$R(x) + \frac{\pi^2}{48n} T(x) + C,$$

où la constante C peut être choisie de la sorte que tous les $2n+3$ écarts soient supérieurs à $\frac{0,3}{2n}$.

3. J'indiquerai encore quelques propositions qui pourront être utiles pour évaluer E_{2n} avec une approximation aussi grande qu'on voudra.

Si $P(x)$ *est le polynome d'approximation de degré* $2n$ *quelconque de* $|x|$, *l'équation*

$$P(x) - R(x) = 0$$

a une racine et une seule dans chacun des $2n$ *intervalles compris entre* $\cos\frac{k\pi}{2n}$ *et* $\cos\frac{(k+1)\pi}{2n}$.

Il convient d'adopter la définition suivante :

On dira que le polynome $Q(x)$ *représente asymptotiquement le polynome d'approximation* $P(x)$, *si,* E'_{2n} *désignant l'approximation fournie par*

([1]) *Sur les polynomes d'approximation et la représentation approchée d'un angle* (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1910).

le polynome $Q(x)$, *le quotient*

$$\frac{E'_{2n} - E_{2n}}{E_{2n}}$$

tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$.

Ceci posé on peut démontrer la proposition suivante :

Le polynome d'approximation $P(x)$ *de* $|x|$ *admet un polynome asymptotique* $Q(x)$ *de la forme*

$$(4) \qquad Q(x) = R(x) + \left(\frac{1}{2n} - E_{2n}\right) T(x) + \frac{\beta_n(x)}{n},$$

où $\beta_n(x)$ *tend vers zéro, lorsque* nx^2 *croît indéfiniment.*

En tenant compte de la formule (2) on déduit de là que *le produit* $2n.E_{2n}$ *tend vers une limite parfaitement déterminée*, lorsque n croît indéfiniment. Le problème qui se pose à présent est de calculer cette limite.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la régulation progressive des pressions à l'entrée d'une conduite de distribution d'eau, de gaz ou de vapeur.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. L. Lecornu.

L'orifice convergent divergent qui sert de rhéomètre au compteur de vapeur, décrit dans ma Note du 2 janvier, m'a permis d'établir à l'entrée d'une conduite de distribution un régime de pressions croissantes avec la dépense des divers branchements.

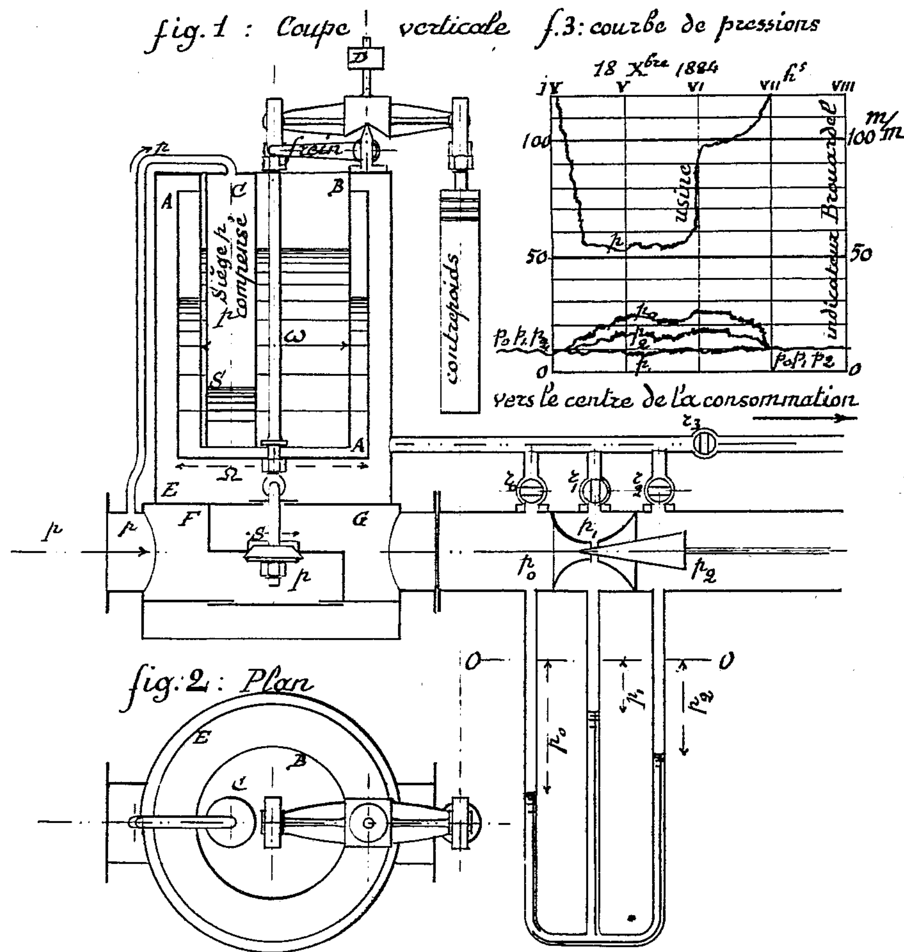
Mes recherches fort prolongées ont porté sur le gaz d'éclairage; elles m'ont été facilitées alors par MM. Camus, directeur de la Compagnie parisienne du Gaz, et Brouardel, directeur de la Compagnie du Centre et du Midi.

On avait songé à établir une pression invariable au *centre de la consommation* en le reliant par une conduite de retour à la chambre d'un régulateur placé à l'usine et actionnant la soupape de départ. Cette solution exige, d'une part, une étanchéité absolue de la conduite de retour et, d'autre part, le centre de la consommation se déplace considérablement suivant les heures de la soirée.

Il est plus commode de produire dans la chambre étanche du régulateur

de la soupape d'entrée une perte de charge équivalente à chaque instant à celle qu'on a constatée au centre de consommation de telle sorte, par exemple, que la pression dans cette enceinte auxiliaire et à ce centre variable soient identiques, puis à fixer par une action sur la soupape d'entrée l'une et par conséquent l'autre de ces deux pressions.

Le rhéomètre (*fig.* 1) donne naissance à trois pressions : p_0 (amont), p_1 (périphérie



des orifices), p_2 (aval), dont les valeurs décroissent, comme l'indique l'expérience, en progression arithmétique dans l'ordre $p_0 > p_2 > p_1$. Si l'on fait, en outre, intervenir le débit en volume D, la section de jauge σ, on aura, entre ces deux valeurs, les deux

pressions extrêmes p_0, p_1 et la densité Δ_0, à la pression p_0, la relation

$$D = 0{,}986\sigma\sqrt{2g\frac{p_0 - p_1}{\Delta_0}},$$

ce qui détermine la raison de la progression arithmétique.

En réglant à une valeur constante la plus faible des trois pressions p_1, j'oblige les deux autres p_0 et p_2 à s'écarter d'elle et, par conséquent, à augmenter avec la dépense de la conduite.

En modifiant σ par un cône, je puis faire varier l'écart des pressions, mais un autre moyen plus élégant consiste à diminuer progressivement l'intensité du vide de la chambre périphérique en y introduisant par un robinet r_0 une certaine proportion de gaz emprunté à l'amont du rhéomètre, à la pression p_0, par conséquent. Il est curieux de voir diminuer le débit d'un gaz dont on augmente le passage, mais ce paradoxe apparent résulte d'un serrage simultané de la soupape d'entrée. Les robinets r_0, r_1, r_2, r_3 permettent de régler à volonté l'une des pressions du rhéomètre, ou la pression du centre de la consommation dans le cas d'un tuyau de retour. La figure suppose les robinets tournés de façon à maintenir constante la pression p_1.

Pour le gaz d'éclairage, mon régulateur comporte (*fig.* 1 et 2) une chambre étanche E, un tube vertical B descendant du plafond de cette chambre dans le liquide d'une cuvette cylindrique A suspendue à un fléau de balance. La soupape S suspendue dans une chambre inférieure est équilibrée très avantageusement par un second siège à joint liquide, constitué par une cloche cylindrique C de surface S, renversée sur le liquide de la cuvette et où l'on ramène la pression p. Enfin, le contrepoids D corrige la variation de plongée des parois fixes dans l'eau de la cuvette.

La figure 3 donne la courbe des pressions correspondantes à la consommation d'un établissement où 296 becs ont été allumés successivement, sans que leur éclat individuel ait varié et sans que le dernier bec ait éprouvé le moindre filage. La pression p du gaz venant de l'usine a varié de 120^{mm} à 55^{mm}.

Les dispositions relatives à la détente progressive de la vapeur d'une conduite feront l'objet d'une Note ultérieure.

PHYSIQUE. — *Sur la force élastique des vapeurs saturantes.* Note de M. **F. Ollive**, présentée par M. J. Violle.

En réfléchissant à la relation de la force élastique d'une vapeur saturante avec la structure atomique du liquide qui l'émet, j'ai été ramené à l'idée que les accroissements de la force élastique de la vapeur doivent avoir lieu en progression géométrique quand la température varie en progression arithmétique. J'ai vérifié cette loi pour les diverses vapeurs sur lesquelles j'ai pu me procurer des résultats expérimentaux certains. Je me

bornerai ici à transcrire les nombres relatifs à la vapeur d'eau entre 0° et 100°.

Dans le Tableau suivant, la première colonne contient les températures centigrades t, la deuxième les accroissements de pression calculés par la formule

$$\Delta = aq^{n-1},$$

a et q étant des constantes et n le numéro d'ordre de la température considérée dans l'intervalle auquel elle appartient. Il faut, en effet, entre 0° et 100°, employer successivement quatre systèmes différents ([1]) de valeurs des constantes a et q :

De 0° à 40°

$$a = 0^{mm},32, \quad q = \frac{0,36}{0,34};$$

De 40° à 50°

$$a = 3^{mm},2, \quad q = \frac{3,3}{3,2};$$

De 50° à 70°

$$a = 4^{mm},6, \quad q = \frac{4,8}{4,6};$$

De 70° à 100°

$$a = 10^{mm},5, \quad q = 1,033.$$

Calcul de la force élastique de la vapeur d'eau de 0° à 100°. $\Delta_n = aq^{n-1}$.

Tempér. cent. t.	Accroiss. successifs. Δ.	Force élastique calculée.	Force élastique observée.	Tempér. cent. t.	Accroiss. successifs. Δ.	Force élastique calculée.	Force élastique observée.
°	mm	mm	mm	°	mm	mm	mm
0	0,32	4,57	4,57	15	0,76	12,41	12,7
1	0,34	4,91	4,91	16	0,80	13,21	13,5
2	0,36	5,27	5,27	17	0,85	14,06	14,4
3	0,38	5,65	5,66	18	0,90	14,96	15,3
4	0,40	6,05	6,07	19	0,95	15,91	16,3
5	0,43	6,48	6,51	20	1,01	16,92	17,4
6	0,45	6,93	6,97	21	1,1	18	18,5
7	0,48	7,41	7,47	22	1,1	19,1	19,6
8	0,51	7,92	8,00	23	1,2	20,3	20,8
9	0,54	8,46	8,50	24	1,3	21,6	22,1
10	0,57	9,03	9,10	25	1,3	22,9	23,5
11	0,60	9,63	9,80	26	1,4	24,3	25,0
12	0,64	10,27	10,40	27	1,5	25,8	26,5
13	0,67	10,94	11,1	28	1,6	27,4	28,1
14	0,71	11,65	11,9	29	1,7	29,1	29,7

([1]) Pour les autres liquides étudiés, les choses sont ordinairement plus simples.

Calcul de la force élastique de la vapeur d'eau de 0° *à* 100°. $\Delta_n = aq^{n-1}$ (suite).

Tempér. cent. t.	Accroiss. successifs. Δ.	Force élastique calculée.	Force élastique observée.	Tempér. cent. t.	Accroiss. successifs. Δ.	Force élastique calculée.	Force élastique observée.
°	mm	mm	mm	°	mm	mm	mm
30......	1,8	30,9	31,5	66......	8,7	195,9	195,7
31......	1,9	32,8	33,4	67......	9,1	205,0	205,0
32......	2,0	34,8	35,3	68......	9,5	214,5	214,0
33......	2,1	36,9	37,4	69......	9,9	224,4	223,0
34......	2,2	39,1	39,5	70......	10,3	234,7	233
35......	2,4	41,5	41,8	71......	10,5	243,5	244
36......	2,5	44,0	44,1	72......	10,8	254,3	254
37......	2,7	46,7	46,7	73......	11,2	265,5	265
38......	2,8	49,5	49,2	74......	11,6	277,1	277
39......	3,0	52,5	52,0	75......	12	289,1	289
40......	3,2	55,7	54,9	76......	12,4	301,5	301
41......	3,3	59,0	57,9	77......	12,8	314,3	314
42......	3,3	61,2	61,0	78......	13,2	327,5	327
43......	3,4	64,6	64,3	79......	13,6	341,1	340
44......	3,5	68,1	67,7	80......	14,1	355,2	354
45......	3,6	71,7	71,4	81......	14,6	369,8	369
46......	3,7	75,4	75,1	82......	15	384,8	385
47......	3,8	79,5	79,1	83......	15,5	400,3	400
48......	4,0	83,5	83,2	84......	16,1	416,4	416
49......	4,1	87,5	87,5	85......	16,6	433	433
50......	4,2	91,8	92	86......	17,1	450,1	450
51......	4,6	96,7	96,7	87......	17,7	467,8	468
52......	4,8	101,5	101,5	88......	18,3	486,1	487
53......	5,0	196,5	106,7	89......	18,9	505	506
54......	5,2	111,9	112,0	90......	19,5	524,5	525
55......	5,5	117,4	117,5	91......	20,2	544,7	546
56......	5,7	123,2	123,3	92......	20,9	565,6	567
57......	5,9	129,2	129,3	93......	21,6	587,2	588
58......	6,2	135,5	135,6	94......	22,3	609,5	611
59......	6,5	142,1	142,1	95......	23	632,5	634
60......	6,7	148,8	148,9	96......	23,8	656,3	657
61......	7,0	155,9	156,0	97......	24,6	680,9	682
62......	7,3	163,3	163,3	98......	25,4	706,3	707
63......	7,7	171,0	170,9	99......	26,8	733,1	733
64......	8,0	178,9	178,9	100......	27,1	760,2	760
65......	8,3	187,2	187,1				

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie des diélectriques.* Note de M. L. **DÉCOMBE**, présentée par M. E. Bouty.

I. Maxwell a montré que les phénomènes diélectriques résiduels peuvent être théoriquement prévus pour une substance hétérogène, formée, par exemple, par la superposition d'un nombre indéfini de couches de nature différente, chacune d'elles ayant son pouvoir inducteur et sa résistance spécifique propres ([1]).

Plus tard, Hess, adoptant le point de vue de Maxwell, a étudié le cas d'une lame hétérogène formée d'une substance isolante dans laquelle seraient noyées des particules d'une autre substance conductrice (théorie des conductions intérieures). Si l'on admet qu'une telle lame puisse être assimilée à un système de deux condensateurs en série dont l'un serait shunté par une très faible résistance, on peut retrouver, par voie théorique, les principales particularités des courants résiduels ([2]).

Or, si nous plaçons la lame hétérogène de Hess (dont l'épaisseur est supposée égale à l'unité) dans un champ variable $E = f(t)$, autrement dit, si nous appliquons aux armatures extrêmes du condensateur équivalent une différence de potentiel E, la charge instantanée q du système satisfait à une équation différentielle

$$\text{(1)} \qquad A\frac{dq}{dt} + Bq = A'\frac{dE}{dt} + B'E,$$

dont la forme est précisément celle de la relation qu'on obtient en éliminant m entre les équations

$$\text{(2)} \qquad q = m + kE,$$

$$\text{(3)} \qquad E = bm + c\frac{dm}{dt},$$

qui nous ont permis de rattacher notre théorie de la chaleur de Siemens à la théorie de Lorentz ([3]).

([1]) MAXWELL, *Traité d'Électricité et de Magnétisme* (traduction française), t. I, p. 509.

([2]) HESS, *Journal de Physique*, 1893, p. 145.

([3]) *Comptes rendus*, 16 juin et 26 décembre 1911. La seconde de ces équations, établie dans l'hypothèse d'un champ *alternatif*, subsiste néanmoins pour un champ quelconque, à la condition que le terme contenant la dérivée seconde de la polarisation soit négligeable, ce qui, pratiquement, est toujours le cas.

II. Soient m_1 la solution générale de l'équation (3) et m_2 celle de l'équation semblable

$$\text{(4)} \qquad E' = bm + c\frac{dm}{dt},$$

E et E′ désignant deux fonctions quelconques de t. L'équation

$$\text{(5)} \qquad E + E' = bm + c\frac{dm}{dt}$$

est vérifiée par la fonction $m_1 + m_2$.

D'où l'énoncé suivant :

Si, à l'origine du temps, on place une lame diélectrique dépourvue de toute trace de polarisation dans un champ $E = f_1(t)$, *puis, qu'au bout d'un temps déterminé* θ, *on vienne à augmenter brusquement le champ de la quantité* $E' = f_2(t)$, *la polarisation* m (¹), *à un instant ultérieur quelconque* t, *pourra être considéré comme résultant de la superposition de la polarisation* m_1 *due au premier champ et de la polarisation* m_2 *due au second* (²).

Dans le cas particulier où les champs E et E′ sont constants cet énoncé se confond avec le *Principe expérimental de superposition* de J. Curie (³).

III. Supposons que le champ E soit constant. Au bout d'un temps suffisant, la polarisation atteint une valeur constante M ; le courant de polarisation $\frac{dm}{dt}$ est alors nul et l'équation (3) devient

$$\text{(6)} \qquad E = bM.$$

Éliminant E entre (3) et (6) on obtient

$$\text{(7)} \qquad \frac{dm}{dt} = \frac{b}{c}(M - m).$$

Cette formule exprime l'hypothèse fondamentale sur laquelle H. Pellat, reprenant, pour le développer, le point de vue antérieurement exprimé par

---

(¹) Nous supposons ici que la lame diélectrique, d'épaisseur égale à l'unité, soit placée entre deux armatures de surface égale à l'unité. La différence de potentiel E se confond alors avec le champ et la charge m de nos précédentes Communications avec la polarisation.

(²) Pour obtenir cet énoncé, il faut tenir compte des conditions aux limites, savoir : pour $t = 0$, $m_1 = 0$; et pour $t = \theta$, $m_2 = 0$.

(³) *Thèse de doctorat* de M. J. Curie, 1888, p. 30.

M. Bouty [1], a fondé une théorie des diélectriques dont on sait la remarquable conformité avec l'expérience [2].

L'hypothèse de H. Pellat se présente donc comme un cas particulier de l'énoncé suivant qui ne fait que traduire la propriété exprimée par la relation (3) :

Le courant de polarisation est, à chaque instant, proportionnel à l'excès du champ E *sur le champ fictif* bm *dû à la polarisation.*

IV. Le terme de la relation (3) qui correspond aux phénomènes résiduels et à leurs connexes est celui, $c\frac{dm}{dt}$, contenant le courant de polarisation $\frac{dm}{dt}$; en l'absence de ce terme, toutes les anomalies diélectriques disparaissent. Or, au point de vue électronique, la polarisation doit être considérée comme déterminée par la déformation de l'atome, et le courant de polarisation comme proportionnel à la vitesse de déformation. Il suit de là que les phénomènes résiduels et ceux qui s'y rattachent, par exemple la dissipation concomitante d'énergie (chaleur de Siemens), s'évanouissent dans tout phénomène qui ne déforme pas l'atome ou qui ne le déforme qu'avec une vitesse infiniment petite.

Or, tel est précisément le caractère des actions de viscosité de n'apparaître et de ne subsister qu'autant que la vitesse du phénomène reste finie et différente de zéro.

Nous sommes ainsi conduits à attribuer les phénomènes résiduels [par conséquent aussi la chaleur de Siemens et, plus généralement, la chaleur non compensée dégagée dans une modification physico-chimique quelconque [3]*] à une viscosité propre de l'atome.*

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réception des radiotélégrammes météorologiques avec antennes réduites.* Note de M. **A. Rothé**, présentée par M. E. Bouty.

On sait que l'état de l'atmosphère a une influence considérable sur les transmissions de télégraphie sans fil. Pour que des recherches sur ces

(1) *Journal de Physique*, 1890, p. 288.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVIII, 1899, p. 150.
(3) L. Décombe, *Comptes rendus*, 6 février et 15 mai 1911.

influences aient un sens, il est avant tout nécessaire que l'isolement de l'antenne de réception demeure invariable et pour cela qu'on puisse la mettre à l'abri de la pluie et des fumées, et ne l'établir qu'au moment des mesures. Au cours d'études sur les influences atmosphériques, j'ai donc été naturellement conduit à chercher tout d'abord à réaliser des antennes aussi réduites que possible, afin de pouvoir les établir rapidement et toujours dans le même état.

J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie les premiers résultats de ces recherches, la possibilité d'entendre à Nancy, à 300^{km} de Paris, les communications de la Tour Eiffel, avec des antennes dont la longueur varie de 10^{m} à 20^{m}, et *dont le point le plus élevé au-dessus du sol a été compris entre* 2^{m},50 *et* 7^{m}.

En faisant abstraction de l'acuité de l'accord, le poste de réception, qui m'a donné les résultats les meilleurs *au point de vue de l'intensité de la réception*, ne comprend qu'un circuit d'oscillations à proprement parler : une self est mise en série avec l'antenne, sa seconde extrémité communiquant avec le sol,

Le circuit, comprenant le détecteur électrolytique du commandant Ferrié, le téléphone et une pile sèche, est mis en dérivation sur la self. On utilise ainsi, pour la dépolarisation du détecteur, une grande différence de potentiel, *sans qu'il y ait de circuit secondaire avec résonnateur, influencé par le primaire.*

M. le commandant Ferrié a bien voulu me faire savoir que, de son côté, il avait précisément recommandé ce montage dans une Notice du Bureau des Longitudes qui sera incessamment publiée (¹).

Les bobines de self que j'ai utilisées étaient formées par des cylindres de carton sur lesquels on enroule du fil de cuivre isolé (diamètre du cylindre 24^{cm},5; diamètre du fil 0^{mm},8).

A mesure que l'on diminue l'antenne, on augmente la self d'accord en enroulant un nombre plus grand de spires. La réception est suffisamment intense pour que, dans la cour de notre institut entourée de murs de 4^{m} de hauteur, j'aie pu prendre les dépêches, en me servant de trois fils de 10^{m} suspendus à une perche de 7^{m},50 de hauteur. Avec un seul fil de 10^{m}, soulevé à l'une de ses extrémités à 7^{m},50 au-dessus du sol, on entendait encore, bien que la compréhension des signaux fût devenue difficile.

Comme une antenne de grandes dimensions est suspendue au-dessus de

(¹) Librairie Gauthier-Villars.

la cour entre une tour de 29^m et le sol, il était nécessaire de séparer, de l'effet direct des ondes, l'effet produit par cette antenne principale I sur les petites. En effet :

1° L'antenne I étant accordée sur la tour et en relation avec le sol, la réception par les petites antennes voisines est facilitée;

2° L'antenne I étant isolée du sol, la réception est bonne et il est facile d'entendre avec les petites.

3° L'antenne I étant en communication avec le sol mais désaccordée, la réception devient quelquefois moins bonne. Ces effets secondaires sont d'ailleurs variables avec les jours suivant le temps. à cause des variations des isolements.

Afin de les éliminer complètement, j'ai refait les mêmes expériences, loin de l'Institut, sur une hauteur (la Foucotte, 300^m d'altitude) au milieu d'arbres. Les dépêches ont été prises avec un seul fil de 11^m dont une extrémité était suspendue à $5^m,70$ du sol, à l'extrémité d'un bambou. Avec un fil de 22^m, à $2^m,50$ du sol, la réception était presque aussi bonne qu'avec la la grande antenne du laboratoire.

D'ailleurs, dans la cour de l'Institut, les dépêches peuvent être lues avec des antennes horizontales (¹) formées d'un seul fil de longueurs variables comprises entre 22^m et 75^m et placé à 3^m du sol seulement. Ce dernier résultat semble en rapport avec le travail récent de M. Kiebitz (²).

On voit que ces postes réduits avec antennes aussi courtes pourront se prêter aisément aux recherches sur l'intensité de la réception. Il est aussi désirable qu'on puisse en munir les petites stations météorologiques et agricoles des départements.

On sait que la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel envoie actuellement, outre les signaux horaires, une dépêche maritime émanant du Bureau central et trois télégrammes météorologiques relatifs au temps de Paris. Ces dépêches, d'une utilité incontestable pour l'organisation en France d'un service rapide de prévision du temps, pourraient être recueillies sans peine par les observateurs des commissions météorologiques à l'aide d'antennes réduites et de postes peu dispendieux.

J'indiquerai à titre d'exemple qu'avec une antenne de 12^m de longueur on peut entendre la Tour Eiffel à l'aide de deux bobines en série ayant les

---

(¹) Par suite des dispositions locales, je n'ai pu tendre ces antennes que perpendiculairement à la direction Paris-Nancy et n'ai pu dépasser la longueur.

(²) *Deutsche physikalische Gesellschaft*. Séance du 20 octobre 1911.

dimensions ci-dessus dont l'une porte 115 spires, l'autre 55. Il est possible de parfaire le réglage en approchant ou en écartant les deux bobines l'une de l'autre.

La self est voisine de $0^{\text{henry}},004$.

AÉROSTATION. — *Sur le passage de l'hydrogène à travers le tissu caoutchouté des aérostats.* Note de M. G. **Austerweil**, présentée par M. L. Maquenne.

La perte d'hydrogène à travers les tissus caoutchoutés a été longtemps attribuée à la diffusion du gaz à travers les pores du caoutchouc. Cette hypothèse a pu être vérifiée pour des tissus dont le caoutchouc est détérioré par résinification; mais si la pellicule est intacte, si, par exemple, à l'essai d'une éprouvette à la balance Renard-Surcouf, le tissu n'accuse que des pertes faibles, on trouve quand même qu'au bout d'un certain temps de gonflement de l'aérostat, 25 à 70 jours environ, suivant la saison et la température, un aérostat construit avec ce tissu perd de son lest disponible, c'est-à-dire qu'il y a départ d'hydrogène à travers la paroi et rentrée simultanée d'air, ainsi que l'a démontré autrefois Graham.

Ce phénomène n'est pas imputable à la diffusion simple, puisque l'air qu'on trouve dans le ballon est beaucoup plus riche en oxygène que l'air ordinaire (plus de 30 pour 100); c'est donc bien une diffusion colloïdale, mais compliquée ici d'un autre phénomène.

Si, en effet, l'on mesure la perte de gaz à travers la paroi, supposée intacte, d'un aérostat, on constate que, inférieure d'abord à 10^{l} par mètre carré et par jour, elle s'élève de plus en plus, selon la durée du gonflement, jusqu'à 30^{l}, 50^{l} et même 100^{l} pendant le même temps.

Si alors on dégonfle l'aérostat et qu'on prélève des échantillons de son tissu, on constate une perte notable, par exemple, de 60^{l} à 100^{l} par mètre carré et par jour, aussitôt après le dégonflement. Désignons la perte correspondante à 1^{l} par mètre carré en 24 heures par i (imperméabilité) : 8 à 10 jours après le dégonflement, le même tissu n'aura plus qu'une perte de $30\,i$, après 3 semaines environ $20\,i$, et finalement l'imperméabilité reviendra à sa valeur normale, $10\,i$. Le Tableau suivant, relatif à quelques tissus du ballon *Astra-Torrès*, démontrera nettement la marche du phénomène.

TISSUS DU BALLON *Astra-Torrès*, PRIS SUR LA POINTE AVANT (¹).

Valeurs de i.

	Panneaux.				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Le lendemain du dégonflement...	56,5	27	18,6	38	38,9
Après 6 jours..................	42,9	16	15,5	30,6	24,5
Après 20 jours.................	30,6*	13,2	11,5	22,7*	14,1

L'imperméabilité du tissu est donc essentiellement variable avec la durée du gonflement, c'est-à-dire de son contact avec l'hydrogène ; et comme la perte du gaz est un phénomène réversible, il en résulte qu'elle ne peut être imputée tout entière à la diffusion qui est une constante, non plus qu'à une altération du caoutchouc qui serait irréversible.

La véritable cause doit donc en être cherchée dans un phénomène réversible, accompli dans l'épaisseur même du tissu. Ce phénomène n'est autre que l'adsorption de l'hydrogène par le caoutchouc, qui explique nettement toutes les observations. On sait d'ailleurs déjà, d'après Dittmar [2], que le caoutchouc adsorbe certains gaz et Reychler l'a démontré pour l'anhydride sulfureux.

Nous avons trouvé, en variant la concentration de l'hydrogène, tout en maintenant constante la surface du tissu, que la mesure de l'imperméabilité permet de vérifier la loi d'adsorption de Freundlich $\frac{X}{A} = KC^m$, dans laquelle X représente la quantité adsorbée (perte), A la surface (constante), C la concentration de l'hydrogène, K et m des constantes pour une température donnée. Ces essais, effectués à la balance Renard-Surcouf, ont donné les résultats suivants :

Richesse en H pour 100 (moyenne du dosage avant et après l'essai). C.	Perte en litres par 24 heures. X.	log C.	log X.
90,1	7,60	1,95472	0,88080
71,3	5,45	1,85309	0,73640
45,5	3,67	1,65081	0,56467
13,2	1,10	1,11057	0,07918

(¹) Tissu caoutchouté double, vulcanisé à la vapeur, contenant environ 4 pour 100 de soufre total, dont 1,25 pour 100 combiné. Les échantillons marqués d'un astérisque étaient détériorés par la résinification partielle du caoutchouc.

(²) *India Rubber Journal*, 1907, p. 85 et 107.

On en déduit comme valeur moyenne de $m = 0,84$, pour $K = 1$.

Ces résultats permettent de donner l'explication suivante du phénomène de la perte.

Le tissu caoutchouté à ballon, lorsqu'il est mis en contact avec l'hydrogène, par l'opération du gonflement, adsorbe de l'hydrogène, et au bout d'un certain temps la paroi n'est plus constituée de caoutchouc pur, mais d'un système caoutchouc-hydrogène, dans lequel l'osmose devient possible et est d'autant plus intense que la teneur en hydrogène de la pellicule est elle-même plus forte. Or, cette teneur augmente avec le temps de contact entre l'hydrogène et le caoutchouc, donc avec la durée du gonflement du ballon.

Si maintenant on dégonfle l'aérostat, ses parois, imprégnées d'hydrogène, donneront, à l'essai Renard-Surcouf, une perte très forte, mais, au fur et à mesure que la pellicule de caoutchouc restera en contact avec l'air, le complexe caoutchouc-hydrogène, très labile, se décomposera, l'hydrogène se séparera en nature et, peu à peu, le tissu reprendra son imperméabilité première.

Ceci, bien entendu, n'est vrai que pour le caoutchouc pur; s'il a été partiellement détérioré, la perte sera surtout due au passage du gaz par diffusion à travers le tissu devenu poreux.

En résumé, le caoutchouc, employé comme agent imperméabilisant des enveloppes d'aérostats, n'est que très imparfaitement approprié à cet usage, parce qu'il adsorbe l'hydrogène et alors se laisse traverser par ce dernier.

Si enfin un aérostat en état de gonflement perd beaucoup de gaz, on peut lui rendre son imperméabilité primitive, sous la seule condition que le caoutchouc soit resté intact, en le dégonflant et le laissant exposé à l'air jusqu'à ce qu'il ait perdu l'hydrogène adsorbé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une loi générale de la dissolution.* Note de M. E. **Baud**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note antérieure (¹), nous avons, M. Gay et moi, établi théoriquement et vérifié expérimentalement l'équation

$$\Delta t = K \operatorname{Log} x \, T_2$$

équivalente à celle déjà donnée par M. Le Chatelier (²).

Δt est l'abaissement du point de congélation, x la concentration moléculaire du dissolvant, T_2 la température absolue de congélation d'un mélange de corps normaux.

(¹) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1687.

(²) *Comptes rendus*, t. 100, 1885, p. 50, et t. 118, 1894, p. 638.

Cette relation repose sur l'équation de Clapeyron et sur la règle de Linebarger-Zawidzki.

D'après cette dernière règle, la tension de vapeur partielle due à l'un des constituants d'un mélange de corps normaux est proportionnelle à la concentration moléculaire du constituant considéré.

S'il y a x molécules du corps A pour $1-x$ molécules du corps B, on a

$$\frac{l'}{l} = x,$$

l' étant la tension partielle due au corps A et l la tension de vapeur de ce liquide pur, à la même température.

Cette relation n'est pas générale.

Elle est manifestement en défaut dans le cas de liquides non complètement miscibles.

Considérons un mélange d'eau et de benzène formant deux phases liquides en équilibre. La partie riche en benzène doit avoir même tension de vapeur en benzène que la partie aqueuse et si la règle Linebarger-Zawidzki était applicable, les deux phases devraient avoir aussi même concentration en benzène, ce qui est évidemment impossible.

La règle n'est donc vraie approximativement que pour les mélanges de liquides dits *normaux*, et il en est de même de l'équation

$$\Delta t = \mathrm{K}\,\mathrm{Log}\,x\,\mathrm{T}_2$$

qui en dérive.

Pour arriver à une loi plus générale, il faut trouver entre la tension de vapeur partielle d'un liquide, dans un mélange, et sa concentration, une relation s'appliquant à des liquides quelconques.

Les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique conduisent à la relation connue

$$\mathrm{E}q = -\mathrm{RT}^2 \frac{d\,\mathrm{Log}\,\frac{l}{l'}}{d\mathrm{T}};$$

q est la chaleur de dilution, c'est-à-dire la chaleur dégagée par l'addition d'une molécule de dissolvant à une grande quantité de la solution.

Si cette valeur est indépendante de la température, ce qui a lieu lorsque la capacité calorifique du mélange est égale à la somme des capacités des constituants, l'intégration donne

$$\mathrm{Log}\,\frac{l}{l'} = -\frac{\mathrm{E}q}{\mathrm{RT}} + \text{const.}$$

Dans le cas des solutions étendues, on a

$$q = 0,$$

et nous savons (lois de Wullner et de Raoult) que, dans ce cas,

$$\frac{l}{l'} = \frac{1}{x};$$

l'équation devient alors

$$\text{Log}\frac{1}{x} = \text{const.}$$

et pour des concentrations quelconques

$$\text{Log}\frac{l}{l'} = -\frac{Eq}{RT} + \text{Log}\frac{1}{x}$$

ou

$$\text{Log}\frac{l'}{l} = -\frac{Eq}{RT} + \text{Log}\,x.$$

Or, à la température de congélation T_2, la tension partielle l' de la solution est égale à la tension s du solide pur,

$$\text{Log}\frac{s}{l} = -\frac{Eq}{RT_2} + \text{Log}\,x.$$

En portant cette valeur dans l'équation de Clapeyron (voir la Note citée au début), on arrive à

$$\frac{Eq}{RT_2} - \text{Log}\,x = \frac{Eq}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)$$

ou

$$\Delta t = \text{K}\,\text{Log}\,x\,T_2 - \frac{q}{Q}T_1$$

ou, en résolvant par rapport à T_2,

$$T_2 = T_1\,\frac{1 - \frac{q}{Q}}{1 + \text{K}\,\text{Log}\,x},$$

T_1 étant le point de congélation du liquide pur et K représentant le rapport $-\frac{RT_1}{EQ}$.

Si q est négatif et si l'on a

$$\frac{q}{Q} > \text{K}\,\text{Log}\,x,$$

la température de cristallisation de la solution serait plus élevée que celle

du liquide pur, ce qui est impossible. Dans ce cas, il doit y avoir miscibilité partielle.

J'ai vérifié d'une façon très satisfaisante l'équation ci-dessus, pour les mélanges d'acide acétique avec le benzène et le bromure d'éthylène.

PHYSICO-CHIMIE. — *Décomposition photolytique des poudres sans fumée par les rayons ultraviolets. Influence des stabilisants. Étude des poudres avariées.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Poursuivant nos recherches précédentes (*Comptes rendus*, 11 décembre 1911), nous avons examiné les deux constituants principaux des poudres balistiques sans fumée : nitroglycérine et nitro-cellulose.

Nitroglycérine. — $0^{cm^3},10$ de trinitroglycérine ont été introduits sans addition d'aucun gaz au sommet d'un tube de quartz mince de 9^{mm} de diamètre, rempli de mercure, puis exposés à 20^{mm} ($t = 75°$) d'une lampe à vapeur de mercure du type 110 volts, en régime normal ($3^{amp},5$ sous 65^{volts} aux bornes). En une demi-heure on obtient $1^{cm^3},32$ de gaz de composition centésimale $24\,CO^2 + 10,5\,CO + 17,5\,Az^2 + 8,5\,Az^2O + 39,5\,AzO$. Ce mélange est remarquable par la forte proportion de bioxyde d'azote : ce qui explique la présence constante de ce gaz dans la photolyse des poudres sans fumée contenant de la nitroglycérine (dynamites-gommes, balistites, cordites, etc.). Encore faut-il noter que le bioxyde d'azote formé ne se retrouve pas en totalité dans le gaz : car une notable partie a été fixée par le mercure qui s'est couvert d'une croûte saline de nitrite et de nitrate.

Nitrocellulose. — Une lame de collodion de $0^{mm},16$ d'épaisseur et de $15^{mm} \times 5^{mm}$, placée dans $0^{cm^3},99$ d'azote, a été exposée 2 heures à 20^{mm} de la lampe ($t = 75°$). Il s'est dégagé, en sus de l'azote initial, $0^{cm^3},87$ d'un gaz de composition centésimale $25,5\,CO^2 + 19,5\,CO + 39\,Az^2 + 7\,Az^2O + 9\,AzO$. Le collodion, bien que moins nitré que les poudres B, se décompose donc plus facilement que celles-ci, avec production d'une quantité notable de bioxyde d'azote, gaz très nuisible à la conservation des poudres et qui n'apparaît pas dans la photolyse des poudres B. Ce rapprochement met bien en lumière l'efficacité du processus de gélatinisation adopté pour la poudre B, ainsi que des stabilisants incorporés dans celle-ci.

Comparaison des pouvoirs stabilisants de l'alcool amylique et de la diphénylamine. — Le rôle des stabilisants est d'absorber et de fixer à l'état d'éthers ou de sels les produits acides qui prennent naissance dans la dénitration lente spontanée des poudres et qui accélèrent leur décomposition.

Nous avons comparé deux échantillons de poudre BF. AM2. 1905 et BF. D2. 1905 de fabrication rigoureusement identique, mais stabilisés le premier à l'alcool amylique, le second à la diphénylamine. La poudre est en petits carrés jaunâtres, translucides, de $2^{mm} \times 2^{mm}$ environ. Nous avons introduit dans les tubes de quartz de 9^{mm} de diamètre des couches de 12^{mm} de haut en atmosphère d'azote (de $0^{cm^3},53$ à $0^{cm^3},68$). Voici les volumes dégagés après 3 heures et demie d'irradiation (en sus des volumes d'azote initial) et leur composition centésimale :

Échantillon.	Distance.	Température.	Gaz total.	CO^2.	CO.	Az^2.	Az^2O.	AzO.
	mm	°	cm^3					
BF. AM2...........	20	75	1,19	31	27,6	38	1,7	1,7
BF. D2............	20	75	2,04	30,3	22,6	30,4	3,0	13,7
BF. AM2...........	50	40	0,52	19,2	28,8	52	0	0
BF. D2............	50	40	0,09	22	33	45	0	0

On voit par là que, à 20^{mm} de la lampe, sous l'action combinée de l'irradiation et d'une température de 75°, la décomposition nitrée est trop rapide pour que le pouvoir stabilisant de la diphénylamine l'arrête ; le gaz dégagé contient 14 pour 100 de bioxyde d'azote. Le bioxyde ne se trouvant pas dans la photolyse des poudres neuves, comme on le verra plus loin, provient sans doute de la décomposition par les rayons ultraviolets de la nitrosodiphénylamine formée dans l'absorption lente par le stabilisant des composés nitrés dégagés pendant les six ans de vie de la poudre. A cette distance de 20^{mm} l'alcool amylique agit plus efficacement que la diphénylamine, pour diminuer aussi bien le gaz total que sa teneur en bioxyde.

Par contre, dans des conditions d'irradiation plus ménagée, à 50^{mm} de distance, avec une température de 40°, la diphénylamine arrête mieux le dégagement gazeux.

Ce même contraste se retrouve avec les poudres de marine épaisses. Nous avons comparé des échantillons BM. 15. AM8. 1908 et BM. 15. D2. 1908 d'un même lot de fabrication, stabilisés le premier à l'alcool amylique, le second à la diphénylamine.

Échantillon.	Distance.	Température.	Durée.	Gaz total.	CO^2.	CO.	Az^2.	Az^2O.	AzO.
	mm	°	h	cm^3					
BM. 15. AM8......	20	75	4	0,67	31,5	30	38,5	0	0
BM. 15. D2........	20	75	4	1,03	19,5	29	51,5	0	0
BM. 15. AM8......	50	40	5	0,23	26	48	26	0	0
BM. 15. D2........	50	40	5	0,09	22	33	45	0	0

A 20^{mm} de distance, l'alcool amylique s'oppose mieux au dégagement de gaz que la diphénylamine, mais à 50^{mm} les rôles sont intervertis. C'est la répétition exacte de ce qui a été vu plus haut ; mais avec ces poudres moins âgées on n'a pas de gaz nitrés.

Nous avons procédé également à une comparaison des stabilisants des poudres BF vis-à-vis de l'attaque par les alcalis. Des échantillons de 1^g de poudre ont été mis en

vases bouchés avec 20^{cm^3} d'une solution aqueuse de potasse demi-normale et chauffés 30 minutes à 15° ou à 50°, puis titrés à l'acide chlorhydrique demi-normal. La quantité de HCl nécessaire pour neutraliser 5^{cm^3} de la solution potassique BF.D2, était restée 5,00 sur l'échantillon maintenu 30 minutes à 15° ; mais sur l'échantillon chauffé à 50°, elle était descendue à 4,90; tandis que pour l'échantillon BF.AM2 maintenu à 15°, on trouvait déjà le nombre 4,90 et, pour celui chauffé à 50°, 4,75. Dans cette épreuve, la diphénylamine stabilise donc mieux que l'alcool amylique.

Ce dosage de l'acidité par liqueurs titrées nous a fourni dans nombre de cas de poudres anciennes ou vieillies artificiellement des renseignements très nets et très réguliers, analogues à ceux qu'on demande aux épreuves classiques de virage des papiers de tournesol ou d'iodure de potassium par les vapeurs à 70° ou 110°. En particulier nous avons trouvé, en opérant sur $0^{g},5$ de matière finement râpée, de grandes différences entre les échantillons sains α et avariés β dont il est question ci-après.

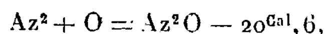
Examen de poudres avariées. — Nous avons examiné une poudre de marine fortement avariée BM.7.SM.12.96 provenant du *Pothuau*. Les plaques de $1^{mm},5$ environ d'épaisseur, de couleur jaune brun, étaient marbrées de plages blanchâtres de 10^{cm} à 12^{cm} de long, sur 1^{cm} à $1^{cm},5$ de large. Dans une même plaque, il a été prélevé deux paires d'échantillons égaux de $15^{mm} \times 5^{mm}$, les uns α dans la partie jaune brune normale, les autres β dans la partie blanche altérée. Voici les résultats :

Échantillon.	Distance.	Température.	Durée.	Gaz total.	CO^2.	CO.	Az^2.	Az^2O.	AzO.
	mm	°	h m	cm^3					
α......	20	75	2.15	0,39	38,5	36	25,5	0	0
β......	20	75	2.15	1,40	38	7	29,2	2,8	23
α......	50	40	5	0,31	42	29	29	0	0
β......	50	40	5	0,58	43	10	35	2	10

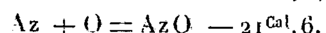
Ce Tableau montre avec quelle netteté se différencient les parties saines α des parties avariées β, dont l'instabilité se manifeste tant par l'abondance des gaz dégagés que par leur richesse en bioxyde d'azote.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la formation synthétique du protoxyde d'azote.* Note (1) de M. Camille Matignon, transmise par M. H. Le Chatelier.

Les déterminations calorimétriques de Berthelot ont montré que les oxydes azoteux et azotique étaient des corps endothermiques :



$$Az^2 + O = Az^2O - 20^{Cal},6,$$



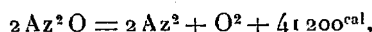
$$Az + O = AzO - 21^{Cal},6.$$

(1) Transmise dans la séance du 8 janvier 1912.

Par suite, *a priori*, il paraît extrêmement probable de produire ces gaz à partir de leurs constituants élémentaires en faisant intervenir une haute température. Comme on le sait depuis Cavendish, cette conséquence est en parfait accord avec les faits pour le bioxyde d'azote. Il n'en est pas de même pour le protoxyde. Dans les nombreux travaux entrepris ces temps derniers autour de la question de la fixation de l'azote de l'air, question qui constitue le grand problème de la Chimie actuelle, aucun expérimentateur n'a pu déceler jusqu'ici, d'une façon certaine, la formation de l'oxyde azoteux dans un mélange d'oxygène et d'azote soumis aux actions calorifiques les plus variées (chauffage dans un four à résistance, action de l'arc, de flammes électriques, etc.).

La formation du protoxyde n'a-t-elle pas lieu en quantité sensible aux températures élevées, ou bien, si ce composé prend naissance, sa vitesse de décomposition est-elle tellement grande pendant le refroidissement qu'il soit impossible de lui faire franchir assez rapidement la zone de décomposition sans le détruire en entier?

La formule de Nernst [1] permet d'étudier l'équilibre du système



$$2\,Az^2O = 2\,Az^2 + O^2 + 41\,200^{cal},$$

quand on connaît la chaleur de réaction et quelques constantes physiques des gaz intervenant dans le système.

D'après la loi d'action de masse, la constante d'équilibre est égale à

$$K = \frac{p^2 AzO}{p^2 Az \times p_0},$$

$$\log k = -\frac{Q_0}{4{,}571\,T} + \Sigma n\ 1{,}75 \log T + \frac{\Sigma n\beta}{4{,}571}\,T + \Sigma n C,$$

dans laquelle Σn représente la somme des coefficients affectant chacun des gaz dans l'équation, les coefficients du second membre étant négatifs.

$\Sigma n\beta$ est donné par la relation suivante où interviennent les chaleurs spécifiques moléculaires à pression constante C_p des différents gaz mesurés à la température absolue T_0 :

$$\Sigma n\beta = \frac{\Sigma n C_p - \Sigma n\, 3{,}5}{2\,T_0}.$$

Q_0 désigne la chaleur de réaction au zéro absolu, elle est liée à la chaleur de réaction Q, déterminée à la température absolue T, par la relation suivante :

$$Q = Q_0 + \Sigma n\, 3{,}5 T + \Sigma n\beta T^2.$$

[1] *Nachrichten der Gesells. der Wissensch. zu Göttingen*, 1906, n° 1.

Enfin $\Sigma n C$ fait intervenir les constantes de Nernst C déterminées par lui pour la plupart des corps gazeux. Ces constantes sont les suivantes pour les trois gaz précédents :

	C.
O^2	2,8
Az^2	2,6
Az^2O	3,3

$\Sigma n\beta$ se calcule facilement avec les valeurs des chaleurs spécifiques moléculaires à pression constante déterminées à 100°, soit 373° absolus.

	C_p.
O^2	6,92
Az^2	6,92
Az^2O	9,73 (Wiedemann)

$$\Sigma n\beta = \frac{9,73 \times 2 - 6,92 \times 3 + 3,5}{2 \times 373} = + 0,003.$$

$Q = 41\,200^{cal}$ à la température ordinaire, c'est-à-dire à 290° absolus; par suite

$$Q_0 = 41\,200 + 3,5 \times 290 - 0,003\,\overline{290}^2 = 41\,963.$$

On en déduit :

$$\log k = -\frac{9180}{T} - 1,75 \log T + 0,00064 T - 1,4.$$

Cette fonction augmente avec la température et ne présente pas de maximum ou de minimum, comme l'examen de la dérivée permet de s'en assurer.

Supposons que l'oxygène et l'azote soient employés dans la proportion théorique $2\,Az^2 + O^2$ et sous la pression atmosphérique ; si l'on désigne par x la pression du protoxyde évaluée en pression normale, on a

$$k = \frac{x^2}{\left(\frac{2}{3} - x\right)^2 \left(\frac{1}{3} - \frac{x}{2}\right)},$$

et comme la quantité x est très petite, ainsi que nous allons le voir, on peut la supprimer dans les termes du dénominateur :

$$k = \frac{x^2 3^3}{4}.$$

La quantité x augmente avec k et k augmente avec la température comme la loi du déplacement de l'équilibre permettait de le prévoir.

Supposons qu'on opère à 3000° absolus.

$$\log k = -3,06 - 6,1 + 192 - 1,4 = -8,64,$$

$$k = \frac{1}{4 \times 10^8},$$

et, par suite,

$$x^2 = \frac{4}{3^3 \times 4 \times 10^8} = \frac{1}{3^3 \times 10^8},$$

$$x = \frac{1}{10^4 \times 5} = \frac{2}{10^5}.$$

Ainsi donc la pression d'oxyde azoteux formé vers 2700° C., quand on opère sous la pression atmosphérique, est de l'ordre de $\frac{2}{100000}$; par suite, la synthèse de l'oxyde n'est pas pratiquement réalisable dans ces conditions.

Comme la pression favorise la formation de l'oxyde, on aurait intérêt à opérer sous des pressions élevées : par exemple, à 3000^{atm}.

On aurait alors

$$k = \frac{x^2}{3^2 \times 10^9} = \frac{1}{4 \times 10^8};$$

par suite,

$$x^2 = 10, \qquad x = 3,16.$$

Ainsi, même en opérant sous la pression de 3000^{atm}, on n'obtiendrait à l'équilibre qu'une quantité d'oxyde azoteux correspondant à 3^{atm} sur 3000^{atm}, soit donc un rendement de $\frac{1}{1000}$. S'il était possible de réaliser pratiquement ces conditions, 3000° et 3000^{atm}, et surtout si le refroidissement des gaz chauffés était assez rapide pour qu'une partie importante de l'oxyde azoteux échappât à la décomposition pendant ce refroidissement, on pourrait espérer mettre en évidence la formation synthétique de l'oxyde azoteux. Sans attacher une trop grande importance à la valeur absolue des nombres précédents et en ne tenant compte que de leur ordre de grandeur, on s'explique pourquoi l'azote et l'oxygène n'ayant jamais été soumis simultanément à l'action de hautes températures et de très hautes pressions, la formation synthétique du protoxyde d'azote n'ait pu jusqu'ici être manifestée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chaleurs de formation de quelques silicates.* Note de MM. **D. Tschernobaeff** et **L. Wologdine**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Au cours de nos recherches sur la chaleur de formation des mélanges de SiO^2, Al^2O^3 et CaO analogues aux laitiers métallurgiques, nous avons remarqué quelques divergences entre les chiffres que nous avons obtenus et les données numériques qui ont été publiées antérieurement par l'un de

nous (¹). C'est pourquoi nous sommes résolus de reprendre l'étude des chaleurs des formations des silicates et silico-aluminates de chaux. La méthode employée est celle qui a servi à M. Tschernobaeff, consistant à brûler dans l'obus calorimétrique de M. Mahler les mélanges étudiés avec du charbon de bois. La différence entre la quantité de chaleur dégagée par la combustion de charbon et la quantité de chaleur observée réellement donne la chaleur de réaction cherchée.

Les chiffres obtenus réunis dans le Tableau suivant se rapportent à 3g de mélanges.

Numéros d'expériences.	Mélanges.	Chaleur des réactions.	
107.....	$CaCO^3 + SiO^2$ (sable de Fontainebleau)	483,3	moyenne 471,6
108.....	$CaCO^3 + SiO^2$ (sable de Fontainebleau)	459,9	
150.....	$CaCO^3 + SiO^2$ (cristal de roche)	484,2	moyenne 474,6
151.....	$CaCO^3 + SiO^2$ (cristal de roche)	465,1	
	Moyenne générale..................		473,1
136.....	$2CaCO^3 + SiO^2$ (sable de Fontainebleau)	622,3	
137.....	$2CaCO^3 + SiO^2$ (sable de Fontainebleau)	680,9	
153.....	$2CaCO^3 + SiO^2$ (sable de Fontainebleau)	656,1	
	Moyenne..................	653,1	
	Silico-aluminates de chaux (*gehlénite*).		
103.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin anglais, calciné de Kahlbaum)	480,7	
104.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin anglais, calciné de Kahlbaum)	444,6	
146.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin anglais, calciné de Kahlbaum)	438,6	
147.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin anglais, calciné de Kahlbaum)	445,1	
	Moyenne..................	456,2	
130.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin de Sèvres de Poulenc frères)	440,5	
131.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin de Sèvres de Poulenc frères)	465,8	
132.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin de Sèvres de Poulenc frères)	407,6	
133.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 2SiO^2$ (kaolin de Sèvres de Poulenc frères)	438,9	
	Moyenne..................	437,1	

(¹) *Revue de Métallurgie*, t. II, 1905, p. 729.

Numéros d'expériences.	Mélanges.	Chaleur des réactions.
105.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 + 2SiO^2$ (sable de Fontainebleau)	507,5
106.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 + 2SiO^2$ »	529,4
148.....	$3CaCO^3 + Al^2O^3 + 2SiO^2$ »	510,5
	Moyenne.....................	515,6

En partant de ces mesures faites sur 3g de mélange, on peut par une simple proportion arithmétique calculer la chaleur de formation en partant du carbonate de chaux des différents silicates et silico-aluminates rapportée à un poids moléculaire du composé.

Les chiffres obtenus ainsi sont notablement différents de ceux que M. Tschernobaeff avait publiés autrefois, comme le montre le Tableau suivant :

	Chaleur des réactions pour une molécule du composé.	
Mélanges.	Nos expériences.	Expériences de M. Tschernobaeff.
$CaCO^3 + SiO^2$...............	—25,3	— 27,3
$2CaCO^3 + SiO^2$.............	—56,7	— 62,0
$3CaCO^3 + Al^2O^3$ $2SiO^2$	—77,5	—116,8
$3CaCO^3 + Al^2O^3 + 2SiO^2$	—89,9	—101,9

En défalquant des nombres ci-dessus la chaleur de décomposition du carbonate de chaux, soit $42^{Cal},7$ par molécule de $CaCO^3$, on trouve pour les chaleurs de formation, en partant de la chaux vive, les valeurs suivantes calculées d'après nos expériences actuelles :

$SiO^2 + CaO$...........................	+17,4
$SiO^2 + 2CaO$...........................	+28,7
$2SiO^2, Al^2O^3 + 3CaO$.................	+50,2
$2SiO^2 + Al^2O^3 + 3CaO$...............	+38,2
$SiO^2 + Al^2O^3$........................	—12,0

La chaleur de formation du kaolin anhydre $2SiO^2, Al^2O^3$ serait donc négative, tandis que les anciennes expériences avaient conduit à une valeur positive.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur de nouveaux phosphures alcalins* (P^5M^2). Note de MM. **Louis Hackspill** et **Robert Bossuet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On connaît déjà deux phosphures de sodium et deux de potassium.

Tous ont été obtenus grâce aux métaux ammonium qui, traités par l'hydrogène phosphoré gazeux, fournissent PNa^3 et PK^3, comme l'a montré M. Joannis (1), et par le phosphore rouge en excès P^3Na et P^5K (Hugot) (2). Aucun composé défini n'a été isolé par union directe du phosphore avec le potassium ou le sodium, bien que cette réaction ait été étudiée par de nombreux chimistes (Gay-Lussac et Thénard, Berlé (3), Vigier (4), H. Rose (5), Magnus (6), Granger (7) qui sont unanimes à en signaler la violence.

Nous avons pu constater cependant qu'en opérant dans le vide sur des corps parfaitement purs, il était facile de réaliser la combinaison des quatre métaux alcalins avec le phosphore sans explosion ni même incandescence.

Voici comment l'on peut opérer :

2g ou 3g de métal et une grosse goutte de phosphore sont distillés successivement dans le tube de verre où doit se produire la réaction, le vide étant maintenu dans l'appareil entièrement en verre. La réaction commence à la température ordinaire, caractérisée par un léger échauffement. On sépare ensuite à la lampe les deux ampoules contenant primitivement les corps réagissants, et l'on chauffe électriquement entre 400° et 430°.

Tant que la masse noire formée contient du métal libre, ce dernier se volatilise avec rapidité et vient se condenser dans la partie froide du tube; l'émission de vapeur devient ensuite extrêmement lente, mais ne cesse qu'au bout de 100 à 150 heures. A ce moment le phosphure change de coloration et devient rouge brun (à la température de l'expérience). On peut alors le chauffer jusqu'au ramollissement du tube sans qu'il se décompose.

L'expérience répétée avec les différents métaux alcalins demande un temps plus ou moins long, mais donne des résultats comparables. Avec le sodium cependant, il est nécessaire de chauffer aux environs de 450°, et le tube est toujours légèrement attaqué.

---

(1) Joannis, *Comptes rendus*, t. 119, 1894, p. 557.
(2) Hugot, *Comptes rendus*, t. 121, 1895, p. 206; t. 126, 1898, p. 1719.
(3) Berlé, *Journ. pr. Chemie*, t. LXVI, 1855, p. 73.
(4) Vigier, *Bull. Soc. chim*, t. VII, 1861.
(5) H. Rose, *Pogg. Ann.*, t. XII, p. 547.
(6) Magnus, *Pogg. Ann.*, t. XVII, p. 527.
(7) Granger, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XIV, p. 34.

Les quatre phosphures ont entre 0° et 100° la couleur et l'apparence du sulfure de cadmium; mais cette couleur varie avec la température; jaune très clair voisine du blanc dans l'azote liquide, elle se rapproche de celle du bioxyde de plomb à 450°. Vers 650° (tube en quartz) il y a commencement de fusion, mais avec décomposition et perte de phosphore. Dans un courant d'hydrogène, il y a déjà dégagement de phosphore vers 300° et formation d'un phosphure noir.

L'altération à l'air est rapide et se manifeste par un changement d'aspect et une forte odeur d'ail. L'action de l'eau est remarquable et mérite une étude plus approfondie; elle commence dès $-15°$ et il se forme surtout de l'hydrogène phosphoré solide, un peu de PH^3, un peu d'hydrogène, mais pas trace de P^2H^4. La composition des phosphures pourrait se déduire de cette action, mais il nous a paru préférable de transformer intégralement le phosphore en acide phosphorique par un traitement à l'acide azotique en tube scellé. Le phosphore était dosé à l'état de pyrophosphate de magnésie, et le poids de métal alcalin déduit de celui du platine provenant du chloroplatinate. Voici quelques résultats :

Phosphure de cæsium.

	Trouvé.	Calculé pour P^5Cs^2.
Phosphore	37,03	36,83
Cæsium	63,42	63,17

Phosphure de rubidium.

	Trouvé.	Calculé pour P^5Rb^2.
Phosphore	47,13	47,69
Rubidium	52,29	52,31

Phosphure de potassium.

	Trouvé.	Calculé pour P^5K^2.
Phosphore	66,88	66,44
Potassium	33,30	33,56

Phosphure de sodium.

	Trouvé.	Calculé.
Phosphore	76,01	77,07
Sodium	»	22,93

On doit donc adopter pour les quatre combinaisons la formule P^5M^2.

La densité de ces corps pulvérulents et très attaquables n'est pas facile

à déterminer avec exactitude. Tout ce que nous pouvons dire pour le moment, c'est que la densité de P^5Rb^2 est voisine de 2,5, celle de P^5K^2 voisine de 2, et celle de P^5Na^2 supérieure à ce nombre.

En résumé, en combinant directement dans le vide le phosphore à un excès de métal alcalin et chauffant au-dessus de 400°, on obtient d'abord un corps noir qui se décompose lentement en perdant du métal, pour donner finalement un phosphure dont la formule P^5M^2 est identique pour le cæsium, le rubidium, le potassium et le sodium. Ces corps se présentent sous l'aspect d'une poudre jaune très altérable à l'air.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique véritable de l'argent, tiré des travaux de laboratoire de tout un siècle.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par MM. Armand Gautier et Georges Lemoine.

Le poids atomique d'un grand nombre des éléments dépend de la valeur du poids atomique de l'argent, la matière étalon secondaire [1]. D'après toutes nos recherches, cette valeur est 108 exactement.

D'après Stas la valeur serait 107,93, dont l'écart ε est $-\frac{70}{1000}$; d'après l'école Néo-Stas (Harvard) cet écart serait $-\frac{120}{1000}$ au moins [2]. Dernièrement on avoue [3] que cette valeur est incertaine encore, « *ce qui fait de la confusion et de l'incertitude dans toute la Table des poids atomiques* ».

Pour reconnaître s'il y a encore une possibilité de doute sur cette question fondamentale, nous avons, une fois de plus, soigneusement revu tous les travaux de laboratoire directement entrepris pour la détermination du poids atomique de l'argent. Ces travaux sont limités aux réactions nos 6, 26, 46, 110, de notre Table publiée en 1909 [4], lesquelles nous ont donné 393 écarts : c'est très près de 100 écarts pour chaque réaction employée. Ce nombre est sans pareil dans la chimie de précision; si toutes les 340 réactions employées dans les laboratoires avaient été travaillées

(1) *Comptes rendus*, t. 118, 1894, p. 528. Pour la fixation du poids atomique de l'argent, voir *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 971; t. 147, 1908, p. 1302; t. 149, 1909, p. 124; t. 151, 1910, p. 513.

(2) *Journal Am. Chem. Soc.*, 1909, p. 20.

(3) *Journal Am. Chem. Soc.*, 1910, p. 4.

(4) *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1760, et *Moniteur scientifique de Quesneville*, 1909, p. 732. Les numéros sont marqués sur le graphique.

autant de fois, nous aurions 34000 déterminations d'écarts, c'est-à-dire de poids atomiques de haute précision.

La petite Table suivante donne une idée de l'étendue de ces travaux par le nombre de déterminations faites et le poids (en grammes) d'argent employé. La dernière ligne donne le poids moyen pour une détermination. Les écoles successives sont caractérisées par ces nombres.

Chimiste....	Stas.	Marignac.	Harvard.	Autres.	Gallo.	Total.
Nombre.......	32	17	78	30	24	181
Poids total.....	3717	996	479	244	6	5482
Poids moyen...	116	58	6	9	$\frac{1}{4}$	30

Il est impossible de donner la Table complète de ces 393 écarts dans une Note; mais nous les avons représentés dans le graphique ci-dessous, à l'échelle d'un millimètre pour l'unité des écarts, c'est-à-dire avec le mètre

La lettre *g* devrait paraître près de *h*, les résultats pour *h* et *g* étant identiques.

comme unité des poids atomiques. Le poids atomique de l'argent s'étend donc, dans cette figure, à gauche de l'origine, à une distance de 108^m ; de même le poids atomique de l'iode s'étend en bas de l'origine sur l'axe vertical jusqu'à 127^m. Pour le chlore, cette longueur est $35^m,5$; pour l'oxygène, 16^m; pour l'azote, 14^m. Il faut se rappeler ces dimensions énormes pour juger de la vraie grandeur des écarts représentés dans notre graphique.

Le graphique montre que tous les écarts sont très petits en comparaison

des poids atomiques eux-mêmes et sont placés assez symétriquement autour de l'origine pour donner zéro comme moyenne de tous les écarts, démontrant ainsi que les poids atomiques absolus sont les vrais poids atomiques établis par ces quatre cents déterminations de haute précision faites pendant tout un siècle dans les laboratoires du monde entier.

La même figure montre encore le rapprochement continu des déterminations expérimentales vers l'origine ou bien l'écart zéro, notamment pour la réaction n° 6, avec le chlorure d'argent ([1]). Pour l'iodure (n° 110), le travail de Stas a été complété d'une manière très remarquable par celui de Baxter : même grandeur des écarts, mais de signe contraire. Pour l'azotate (n° 26), les écarts résiduels sont l'expression du fait, déjà reconnu par Stas, que ce composé n'est pas rigoureusement constant ; séché (*d*, *f*) et fondu (*e*, *g* coïncident avec *h*) les poids varient, pour le même chimiste (Stas), de plus de dix millièmes et nous avons reconnu des erreurs systématiques très considérables ([2]). Néanmoins, les résultats obtenus forment un complément assez symétrique de la réaction n° 6, pour laquelle les écarts sont longtemps positifs, tandis que pour le n° 26, ils sont négatifs. Voici évidemment une légère erreur constante de ces deux procédés chimiques.

Il paraît donc acquis à la Science que la matière étalon secondaire, l'argent, a le poids atomique 108 exactement, le poids atomique de la matière étalon, le diamant, étant posé $C = 12$ exactement, d'où nous avons obtenu, il y a longtemps déjà, pour l'oxygène 16 exactement.

MÉTALLURGIE. — *Sur l'influence du recuit sur les bronzes de frottement écrouis.* Note de MM. **Portevin** et **Nusbaumer**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Au cours de recherches sur l'usure des bronzes de frottement, nous nous sommes trouvés en présence de phénomènes d'usure anormale qui nous ont conduits d'une part à les expliquer par la présence d'une pellicule superficielle écrouie et d'autre part à examiner l'influence du recuit sur les bronzes écrouis.

Si l'on étudie l'usure d'éprouvettes cylindriques de différents alliages de

([1]) *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 59 ; t. 149, 1909, p. 107.

([2]) Hinrichs, *True atomic weights*, 1894, p. 75-88 et ailleurs plus récemment.

cuivre et d'étain (¹) en appuyant sous une pression donnée ces éprouvettes sur la surface d'un disque en acier dur (dureté Brinell 444) de 1ᵐ de circonférence tournant à 3200 tours par minute, dans des conditions de graissage et de températures maintenues constantes, on peut, dans la majorité des cas, tracer une courbe continue représentant l'usure (mesurée en millimètres) en fonction de la pression (évaluée en kilogrammes par centimètre carré); mais, par contre, on observe parfois des périodes d'usure nulle pendant 2 ou 3 millions de tours suivies d'un effondrement brusque, c'est-à-dire d'une usure de $0^{mm},5$ en moins d'une seconde.

En examinant au microscope, après un léger polissage et attaque au chlorure ferrique, la surface de frottement des éprouvettes ayant présenté une période d'usure nulle, on ne remarque rien d'anormal; on observe les constituants α et δ en proportions variables avec la teneur en étain (¹), mais si l'on fait subir un recuit de 30 minutes à 600° C., le constituant α apparaît formé de polyèdres maclés très nets; un nouveau polissage suivi d'attaque fait disparaître cet aspect, montrant ainsi que cette structure n'appartenait qu'à la couche superficielle de l'échantillon. Ceci donne à penser que cette couche superficielle avait, lors de l'essai, subi un fort écrouissage, la rendant, pendant un certain temps, résistante à l'usure et que cet écrouissage avait, lors du recuit, favorisé la cristallisation et la formation de macles.

Pour vérifier cette hypothèse, on a pris un morceau de bronze à 14,42 pour 100 Sn et 0,015 de P, bronze sur lequel les phénomènes de non-usure avaient été particulièrement nets; ce morceau de $25 \times 20 \times 40^{mm}$ fut scié en deux; l'une des moitiés fut écrasée au marteau sur une enclume, de façon à réduire à 12^{mm} l'épaisseur primitive de 20^{mm}; l'échantillon martelé et l'autre resté intact, examinés au microscope, ne présentèrent rien de particulièrement intéressant, à part la déformation des constituants dans l'un. Ils furent tous deux recuits ensemble à 600° pendant 30 minutes dans un bain de sel en les préservant soigneusement de toute oxydation. Après ce traitement, l'échantillon non martelé présentait les mêmes structures qu'auparavant. Au contraire, l'échantillon écroui par martelage laissait voir des polyèdres maclés pareils à ceux observés dans la couche superficielle des bronzes recuits dans les mêmes conditions après une période de non-usure.

On voit donc que, d'une part, la cristallisation et la formation de macles par recuit sont favorisées dans les bronzes par un écrouissage préalable,

(¹) Les bronzes expérimentés renfermant de 5 à 20 pour 100 d'étain, une première série sans phosphore, une seconde avec des teneurs en phosphore variant de 0,011 à 0,020 pour 100, ils ont été essayés bruts découlés.

fait qui a été signalé à diverses reprises pour d'autres métaux et alliages [1] et que ce phénomène a trouvé son application comme moyen d'investigation pour s'assurer que les périodes de non-usure observées dans nos essais d'usure correspondent à la formation d'une pellicule superficielle écrouie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les composés bromés des alcaloïdes du* Peganum harmala *et de leurs dérivés basiques*. Note de M. V. **Hasenfratz**, présentée par M. A. Haller.

Les graines du *Peganum harmala* (Zygophyllées) renferment deux alcaloïdes : la harmaline $C^{13}H^{14}N^2O$, découverte par Göbel, et la harmine $C^{13}H^{12}N^2O$, isolée par Fritzsche. Ces substances furent étudiées par O. Fischer et ses collaborateurs Täuber et Buck. Ils montrèrent que la harmine et la harmaline, oxydées par l'acide chromique en présence d'acide acétique, donnent naissance au même acide bibasique, l'acide harmique $C^8H^6N^2(CO^2H)^2$. Par distillation dans le vide, cet acide perd deux molécules d'anhydride carbonique et se transforme en apoharmine [2] $C^8H^8N^2$ qui constitue évidemment le noyau azoté des alcaloïdes du *Peganum harmala*. L'apoharmine est une base secondaire, car sa combinaison avec l'iodure de méthyle se décompose par la potasse en méthylapoharmine [3] $C^8H^7N^2CH^3$.

Nous avons réussi à préparer les dérivés monobromés de ces différentes bases et à isoler le dérivé dibromé de la harmine, encore inconnus.

O. Fischer avait bien signalé que la harmine, en solution sulfurique étendue, donne avec l'eau de brome un précipité amorphe rouge orangé qu'il considère comme la tétrabromoharmine $C^{13}H^{12}N^2OBr^4$; ce composé perdrait tout son brome sous l'action de l'alcool bouillant, en régénérant la harmine. Traitée par le brome, dans les mêmes conditions que la harmine, l'apoharmine conduirait à la tétrabromoapoharmine $C^8H^8N^2Br^4$. Toutefois Fischer ne poursuivit pas ces recherches.

---

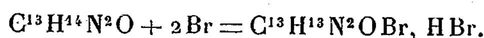
(1) Osmond et Cartaud, *Les enseignements scientifiques du polissage* (*Revue générale des Sciences*, t. XVI, p. 51-65); *La cristallographie du fer* (*Revue des Métaux*, t. III, 1906, p. 678). — Charpy, *Sur la maladie de l'écrouissage dans l'acier* (*Revue des Métaux*, t. VII, 1910, p. 655).

(2) Otto Fischer, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXII, p. 638, 640.

(3) Otto Fischer, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXX, p. 2488.

A ces deux produits bromés amorphes, il faut ajouter six nouveaux dérivés cristallisés, dont l'étude fait l'objet de cette Note.

Dérivés monobromés de substitution. — Nous avons fait agir le brome en présence d'acide acétique, sur la harmaline, la harmine, l'apoharmine et la méthylapoharmine ; dans ces conditions expérimentales, il se forme les bromhydrates des dérivés monobromés substitués. La réaction, pour la harmaline, par exemple, peut s'exprimer de la manière suivante :



$$C^{13}H^{14}N^2O + 2Br = C^{13}H^{13}N^2OBr, HBr.$$

Les bromhydrates ainsi formés sont décomposés par la potasse qui met en liberté les bases monobromées correspondantes. Celles-ci sont des substances bien cristallisées, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool chaud et elles se combinent aux acides pour former des sels.

Bromoharmaline $C^{13}H^{13}N^2OBr$. — On dissout la harmaline ($1^{mol.}$) dans l'acide acétique et l'on ajoute à la liqueur une solution de brome ($1^{mol.}$) dans le même dissolvant. Il se forme un précipité jaune, cristallin, de bromhydrate de bromoharmaline qu'on purifie par cristallisation dans l'eau ou dans l'alcool faible. Sa solution alcoolique, décomposée par l'ammoniaque, laisse déposer de fines aiguilles blanches de *bromoharmaline* $C^{13}H^{13}N^2OBr$ (P. F. 195°). Cette base bromée donne un chlorhydrate jaune bien cristallisé $C^{13}H^{13}N^2OBr, HCl + 2H^2O$ et un chloroplatinate $(C^{13}H^{13}N^2OBr, HCl)^2PtCl^4$.

Bromoharmine et *isobromoharmine* $C^{13}H^{11}N^2OBr$. — Le précipité, résultant de l'action du brome sur la harmine en milieu acétique, est un mélange de deux bromhydrates, correspondant à deux bases monobromées isomères. On dissout ce précipité dans l'eau bouillante ; la liqueur obtenue se prend, par refroidissement, en une gelée épaisse. Chauffée vers 50°, cette masse redevient fluide, mais il reste, non dissoutes, des aiguilles jaune clair qu'on recueille en filtrant la liqueur tiède : c'est le bromhydrate d'isobromoharmine. Le liquide, évaporé au bain-marie, laisse un résidu solide qu'on fait cristalliser dans l'alcool absolu : c'est le bromhydrate de bromoharmine.

Ces deux sels, ainsi isolés, décomposés par l'ammoniaque en présence d'alcool, fournissent les bases correspondantes : la *bromoharmine* $C^{13}H^{11}N^2OBr$ (P. F. 275°), prismes orthorhombiques incolores, très réfringents et l'*isobromoharmine* $C^{13}H^{11}N^2OBr$ (moins abondante), P. F. 203°, longues aiguilles incolores. Les sels de bromoharmine, qu'on peut obtenir cristallisés dans l'alcool absolu, forment une gelée épaisse quand on laisse refroidir leurs solutions dans l'eau bouillante ; ceux d'isobromoharmine cristallisent très bien dans ce dernier dissolvant. Les chloroplatinates de ces deux bases $(C^{13}H^{11}N^2OBr, HCl)^2PtCl^4$ sont des précipités cristallins de couleur rouge orangé.

Bromoapoharmine $C^8H^7N^2Br$ et *bromométhylapoharmine* $C^8H^6N^2CH^3Br$. — Ces bases ont été obtenues comme les précédentes. La *bromoapoharmine* cristallise dans l'alcool en longues aiguilles incolores fondant à 229°. La *bromométhylapoharmine*

forme des aiguilles incolores, P. F. 196°. Nous avons préparé les bromhydrates et chloroplatinates de ces deux bases bromées.

Dérivé dibromé de la harmine. — Nous venons de voir que le brome, en présence d'acide acétique, forme avec la harmine deux dérivés monobromés isomères. Toute autre est l'action de l'eau de brome sur une solution de harmine dans l'acide sulfurique étendu. Il se dépose la tétrabromoharmine, précipité rouge orangé amorphe, qui, d'après O. Fischer (¹), perd tout son brome par ébullition avec l'alcool. Or, nous avons constaté que cette substance, en suspension dans l'eau bouillante faiblement alcoolisée, se dissout lentement et que la solution laisse déposer, par refroidissement, de fines aiguilles à peine colorées en jaune. Ce produit renferme trois atomes de brome et a les propriétés d'un bromhydrate. Sa solution dans l'alcool chaud est décomposée par l'ammoniaque. Il se dépose, à froid, de longues aiguilles incolores qui ont la composition d'un dérivé disubstitué de la harmine, la *dibromoharmine* $C^{13}H^{10}N^2OBr^2$, P. F. 209°.

Nous pouvons donc admettre que la tétrabromoharmine de O. Fischer est le dibromhydrate de dibromoharmine, d'après l'équation



$$C^{13}H^{12}N^2O + 4Br = C^{13}H^{10}N^2OBr^2, 2HBr.$$

Ce sel, par l'eau bouillante, se transforme en bromhydrate $C^{13}H^{10}N^2OBr^2, HBr$ qui permet d'isoler la dibromoharmine $C^{13}H^{10}N^2OBr^2$.

Tous les dérivés monobromés et la dibromoharmine que nous avons préparés et analysés sont des bases monacides. Leurs solutions dans les acides étendus ne sont pas fluorescentes, tandis que celles de harmine et de harmaline le sont très fortement. La harmine, la harmaline et l'apoharmine sont des bases secondaires : il en est de même des dérivés bromés correspondants. Ceux-ci s'unissent en effet à l'iodure de méthyle pour former des composés cristallisés décomposables par la potasse. Il résulte de cette propriété que, dans les molécules des bases bromées, le brome est fixé au carbone et non à l'azote.

En résumé, d'après mes recherches, la harmaline, la harmine, l'apoharmine et la méthylapoharmine forment aisément des dérivés bromés monosubstitués par l'action du brome en solution acétique, tandis que l'eau de brome donne avec la harmine le dérivé dibromé correspondant.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse sur l'acétal tétrolique.* Note de M. **P.-L. Viguier**, présentée par M. A. Haller.

L'action de la potasse sèche ou alcoolique concentrée sur l'acétal bromocrotonique donne, outre l'acétal tétrolique que j'ai d'abord préparé par

(¹) O. Fischer, *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXII, p. 638.

cette méthode [1], divers produits secondaires. Parmi eux se trouve un composé acétylénique vrai dont la formation s'explique difficilement *a priori* : j'ai réussi à préciser les circonstances de formation de ce corps, et probablement sa constitution.

Ce composé résulte de l'action de la potasse sèche ou du sodium sur l'acétal tétrolique à 150°-200°; dans les deux cas il y a, en même temps, *mise en liberté d'alcool*. L'action du sodium ayant l'inconvénient d'introduire des produits d'hydrogénation difficiles à séparer, il est préférable d'employer la potasse :

Dans un ballon relié à un réfrigérant, plongé dans un bain à 180°-200°, et contenant de la potasse (titrant 80 pour 100 de KOH) fondue à cette température, on introduit, goutte à goutte, de l'acétal tétrolique en agitant continuellement. Il distille un liquide presque incolore; une très petite quantité de produits goudronneux reste dans le ballon, de sorte que le poids du liquide distillé est à peine inférieur au poids d'acétal tétrolique employé. Ce liquide est ensuite fractionné, ce qui donne d'abord, à 78°-80°, de l'alcool; puis on atteint rapidement 125° et l'on recueille, jusqu'à 140°, la portion principale; enfin il distille, au delà de 160°, un peu d'acétal tétrolique et probablement d'acétal éthoxycrotonique.

La portion 125°-140° est fractionnée de nouveau; on en tire finalement un liquide d'odeur pénétrante spéciale, bouillant à 126°-130°. La distillation sous pression normale semblant l'altérer un peu, on l'a redistillé sous pression réduite : il bout à 29°-33° sous 16^{mm}; $d_{19°,5} = 0,862$; $n^{D}_{19°,5} = 1,462$. Incolore au moment de sa préparation, il ne tarde pas à se colorer en rouge orangé.

Des analyses et une mesure cryoscopique ne laissent pas d'autre formule possible que C^6H^8O; celle-ci concorde d'ailleurs avec l'hypothèse, suggérée par la préparation, suivant laquelle ce corps dérive de l'acétal tétrolique par perte d'une molécule d'alcool.

L'étude du corps conduit d'autre part aux résultats suivants :

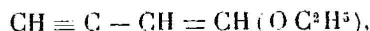
1° Le corps précipite en blanc le nitrate d'argent ammoniacal, en jaune le chlorure cuivreux. Ces précipités sont explosifs; le dérivé argentique, analysé, correspond bien à la formule C^6H^7OAg.

2° Le corps est rapidement hydrolysé à froid par les acides dilués. La solution obtenue a une odeur très piquante (rappelant celle de l'aldéhyde tétrolique), elle réduit le nitrate d'argent et la liqueur de Fehling. Mais, de plus, cette solution, abandonnée à elle-même, perd peu à peu son odeur en

(1) P.-L. Viguier, *Comptes rendus*, t. 149, p. 404.

même temps qu'il s'y précipite un corps cristallisé en fines aiguilles; par son aspect, ses dissolvants et son point de fusion (163°), ce dernier corps est identique au *triacétylbenzène*.

Les propriétés précédentes conduisent à supposer, pour le corps étudié, la constitution



$$CH \equiv C - CH = CH(OC^2H^5),$$

d'après laquelle l'hydrolyse donnerait d'abord l'aldéhyde



$$CH \equiv C - CH^2 - CHO$$

(d'odeur piquante); puis celle-ci, fixant ensuite de l'eau sur sa liaison acétylénique, donnerait l'aldéhyde acétylacétique $CH^3 - CO - CH^2 - CHO$, dont la polymérisation spontanée conduit, comme on le sait, au triacétylbenzène. On constate d'ailleurs qu'une goutte du corps étudié, ajoutée à une solution alcoolique de chlorure ferrique, donne *peu à peu, mais pas immédiatement*, la coloration rouge foncé caractéristique du groupement $- CO - CH^2 - CO -$.

L'isolement de l'aldéhyde $CH \equiv C - CH^2 - CHO$ dans l'hydrolyse précédente semblant devoir être très difficile, j'ai essayé seulement jusqu'ici d'en obtenir des dérivés, ce qui vérifierait la constitution ci-dessus.

Sans entrer ici dans les détails opératoires habituels, je me bornerai à indiquer qu'à partir de l'*hydroxylamine* je n'ai pas pu isoler d'oxime, mais de l'*α-méthylisoxazol*. De même, en faisant agir le corps, hydrolysé par l'acide sulfurique dilué, sur une solution contenant de la *semicarbazide libre*, j'ai obtenu la *méthylpyrazolcarbonamide* décrite récemment ([1]). Dans ces deux cas le produit d'hydrolyse se comporte donc comme l'aldéhyde acétylacétique.

Mais on obtient un résultat tout autre en agitant le corps étudié avec une solution aqueuse de *chlorhydrate de semicarbazide*. Le précipité pulvérulent qui se forme, purifié par des cristallisations dans l'alcool ou l'acide acétique (aiguilles), fond en se décomposant vers 165°; l'analyse lui donne la formule brute $C^5H^8ON^3Cl$, qui est celle de la semicarbazone d'une aldéhyde C^4H^5OCl. On vérifie d'ailleurs bien qu'en distillant cette semicarbazone avec de l'acide sulfurique dilué, une aldéhyde chlorée est mise en liberté: on recueille un liquide d'odeur irritante, tenant en suspension des gouttes huileuses; ce liquide a des propriétés réductrices énergiques, il colore le réactif de Schiff; additionné de nitrate d'argent, il ne précipite d'abord rien, mais à chaud, en présence d'acide azotique, on obtient du chlorure d'argent.

Dans le cas actuel, il semble donc que l'aldéhyde $CH \equiv C - CH^2 - CHO$ ait fixé une molécule d'acide chlorhydrique pour donner l'aldéhyde C^4H^5OCl: la constitution de cette dernière ne pourra être établie que par une étude plus approfondie.

([1]) P.-L. Viguier, *Comptes rendus*, t. 153, p. 955.

En définitive ces faits, compatibles avec la constitution admise, n'en donnent pas de preuve nouvelle. Mais on peut en déduire que l'aldéhyde $CH \equiv C - CH^2 - CHO$, encore inconnue, se distinguera vraisemblablement de son isomère tétrolique par une aptitude plus grande encore à réagir par sa fonction acétylénique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'acide glycérophosphorique obtenu par éthérification de la glycérine au moyen de l'acide phosphorique ou du phosphate monosodique.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. A. Haller.

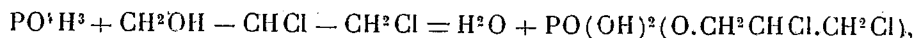
Il y quelques années, j'ai isolé (¹), des produits d'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique, un acide glycérophosphorique, auquel j'ai attribué la constitution α $PO(OH)^2(O.CH^2.CHOH.CH^2OH)$. Je montrais, en outre, que la solution aqueuse de cet acide ne peut être concentrée au delà de la composition $2PO(OH)^2(OC^3H^7O^2) + H^2O$, à partir de laquelle il commence à se transformer en diéther; et je préparais (²) un certain nombre de sels d'alcaloïdes cristallisés de cet acide, en particulier son sel neutre de brucine, fusible à 181°, cristallisant avec $9H^2O$.

Or, on conçoit que l'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique puisse donner naissance (abstraction faite des diéthers PO^4R^2H et des triéthers PO^4R^3) aux acides glycérophosphoriques α et β



$$PO(OH)^2(O.CH^2CHOH.CH^2OH) \quad \text{et} \quad PO(OH)^2[O.CH(CH^2OH)^2].$$

Afin de voir si, à côté de l'acide α, l'éthérification directe donne aussi de l'acide β, F. Tutin et Hahn (³) ont comparé le sel neutre de brucine, préparé au moyen du produit de l'éthérification directe, aux sels neutres de brucine obtenus, l'un au moyen du produit d'éthérification de la dichlorhydrine dissymétrique par l'acide phosphorique, l'autre au moyen du composé formé dans l'action du pentachlorure de phosphore sur la dichlorhydrine symétrique. L'éthérification directe les a conduits à un sel neutre de brucine fusible à 157°-158°, cristallisant avec $7H^2O$, que je n'ai pu reproduire. L'éthérification de la dichlorhydrine dissymétrique, qui, suivant eux, doit se produire suivant la réaction



$$PO^4H^3 + CH^2OH - CHCl - CH^2Cl = H^2O + PO(OH)^2(O.CH^2CHCl.CH^2Cl),$$

(¹) P. Carré, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 47.
(²) P. Carré, *Thèse*, 1905, p. 33.
(³) Tutin et Hahn, *Chem. Soc.*, t. LXXXIX, 1906, p. 1749.

les conduit, après hydrolyse des groupements halogénés, à un sel neutre de brucine fondant également à 157°-158° et cristallisant avec 9 H^2O. Le sel de brucine, obtenu au moyen du produit de réaction du pentachlorure de phosphore sur la dichlorhydrine symétrique, cristallise avec 11,5 H^2O et correspondrait à l'acide β-glycérophosphorique. Ils concluent de ces résultats que le produit de l'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique est un mélange d'acides glycérophosphoriques α et β. On comprend difficilement comment un sel à 7 H^2O puisse être un mélange de sels à 9 et 11,5 H^2O. De plus, lorsqu'on cherche à éthérifier les chlorhydrines de la glycérine par l'acide phosphorique, il se produit un dégagement notable d'acide chlorhydrique. La réaction ci-dessus ne peut donc servir à démontrer la constitution de l'acide α-glycérophosphorique.

Plus récemment, Paolini [1] indique avoir préparé de l'acide glycérophosphorique anhydre et du glycérophosphate neutre de brucine à 7 H^2O au moyen du glycérophosphate de soude de Poulenc [2]. Il en conclut que l'éthérification de la glycérine par le phosphate monosodique fournit de l'acide β-glycérophosphorique. L'obtention d'acide glycérophosphorique anhydre, même β, m'ayant paru surprenante, j'ai repris les expériences de Paolini.

Le glycérophosphate de soude, préparé selon les indications de Poulenc [2], a été transformé en acide glycérophosphorique par la méthode antérieurement indiquée [3]. L'acide ainsi obtenu est identique à celui qui provient de l'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique. Comme lui, il ne peut être concentré au delà de la composition $2PO(OH)^2(OC^3H^7O^2) + H^2O$ sans se transformer en diéther. Il fournit aussi un sel neutre de brucine cristallisant avec 9 H^2O lorsqu'on évapore la solution à froid dans le vide et identique au sel déjà décrit (*loc. cit.*); lorsqu'on évapore la solution à chaud, ce dernier subit une déshydratation partielle et donne un sel cristallisé avec 4 H^2O; ces deux hydrates perdent facilement leur eau de cristallisation à 100°; le sel anhydre fond à 181°. Les mêmes sels de brucine s'obtiennent par double décomposition entre le sulfate de brucine et le glycérophosphate de baryum préparé au moyen du glycérophosphate de soude de Poulenc. Dans aucun cas je n'ai pu obtenir le sel à 7 H^2O de Paolini.

Lorsqu'on analyse les différentes portions de la cristallisation du glycérophosphate de brucine préparé au moyen des produits d'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique ou par le phosphate monosodique, on constate que les dernières seules donnent des chiffres un peu moins bons pour le dosage de l'eau.

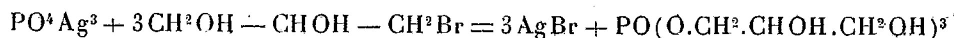
La majeure partie du produit d'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique ou par le phosphate monosodique est donc constituée par un acide glycérophosphorique dont le sel neutre de brucine forme deux hydrates à 9 et à 4 H^2O et fond à 181° lorsqu'il est anhydre. Nous allons montrer que cet acide est bien le dérivé α.

Lorsqu'on chauffe plusieurs heures au bain-marie une solution aqueuse de monobromhydrine α de la glycérine (3^{mol}) avec le phosphate d'argent (1^{mol}), il se produit

---

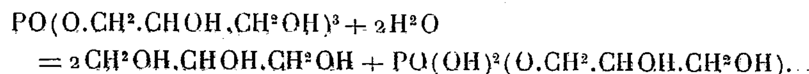
(1) PAOLINI, *Atti R. Accad. Lincei*, t. XX, 1911, p. 807.
(2) POULENC, Brevet n° 208700, 15 avril 1909, *Centr. Bl.* (I), 1909, p. 1520.
(3) P. CARRÉ, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 47.

une réaction analogue à celle utilisée par Cavalier ([1]) pour préparer les phosphates neutres de méthyle, d'éthyle et d'allyle. Il se forme d'abord un éther neutre



$$PO^4Ag^3 + 3CH^2OH - CHOH - CH^2Br = 3AgBr + PO(O.CH^2.CHOH.CH^2OH)^3$$

instable, qui s'hydrolyse facilement en mono-éther suivant la réaction



$$PO(O.CH^2.CHOH.CH^2OH)^3 + 2H^2O$$
$$= 2CH^2OH.CHOH.CH^2OH + PO(OH)^2(O.CH^2.CHOH.CH^2OH)...$$

On filtre le bromure d'argent et l'on sépare l'acide glycérophosphorique ainsi qu'il a déjà été indiqué ([1]). Or, cet acide qui possède indiscutablement la constitution α donne un sel neutre de brucine en tous points identique au précédent.

Il résulte de ce qui précède que l'éthérification de la glycérine par l'acide phosphorique ou par le phosphate monosodique fournit en majeure partie de l'acide α-glycérophosphorique. Ces faits sont comparables à ceux observés par Hanriot ([2]) dans l'éthérification de la glycérine par une quantité équimoléculaire d'acide chlorhydrique, éthérification qui donne principalement de la monochlorhydrine α avec une petite quantité seulement de monochlorhydrine β.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse caustique sur les alcools secondaires : diagnose des alcools primaires et secondaires de poids moléculaire élevé.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. E. Jungfleisch.

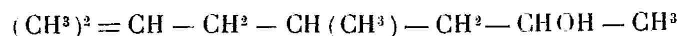
Dans une Communication récente à l'Académie ([3]), j'ai montré que les alcools primaires, chauffés vers 230° avec de la potasse caustique, se transforment en acides correspondants et que, pour les termes élevés, la transformation est intégrale.

Dans les mêmes conditions, les alcools secondaires se comportent tout autrement. Si une très petite partie de l'alcool mis en réaction est oxydée par la potasse et donne naissance à des acides, la plus grande partie se transforme en alcools deux et trois fois plus condensés.

Par exemple, avec l'alcool isopropylique $CH^3-CHOH-CH^3$, on obtient ainsi une petite quantité des acides acétique et formique, mais

([1]) Cavalier, *Thèse*, 1898, p. 17, 32 et 61.
([2]) Hanriot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XVII, p. 62, 73.
([3]) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1487.

surtout le méthylisobutylcarbinol $CH^3-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH^3$, résultant de la condensation de deux molécules d'alcool isopropylique, et le diméthyl-2.4-heptanol-6 :

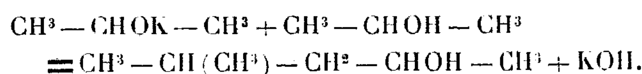


$$(CH^3)^2=CH-CH^2-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH^3$$

formé par la condensation de trois molécules d'alcool isopropylique.

Cette réaction de condensation, qui est de beaucoup la plus importante, s'explique de la manière suivante :

Dans une première phase, l'alcool isopropylique, s'unissant à la potasse caustique, donne le dérivé potassé de cet alcool avec départ d'une molécule d'eau. Puis, dans une seconde phase, ce dérivé potassé réagit sur l'alcool isopropylique en donnant, comme je l'ai montré antérieurement (1), le méthylisobutylcarbinol et une molécule de potasse :



$$CH^3-CHOK-CH^3+CH^3-CHOH-CH^3$$
$$=CH^3-CH(CH^3)-CH^2-CHOH-CH^3+KOH.$$

Enfin, le dérivé sodé du méthylisobutylcarbinol se condense de même avec une autre molécule d'alcool isopropylique pour donner le diméthyl-2.4-heptanol-6.

Quant à la réaction la moins importante, la formation d'une petite quantité des acides acétique et formique, elle consiste dans l'oxydation de l'alcool isopropylique par la potasse caustique avec scission de la molécule.

Cette réaction est en tout semblable, pour cet alcool, avec celle que donnent avec lui les autres oxydants, par exemple le mélange chromique; mais ce fait est dû à la simplicité de sa formule. En effet, l'alcool butylique secondaire ou l'alcool caprylique ne donnent pas, sous l'action de la potasse caustique, les mêmes acides qu'ils produisent sous l'action du mélange chromique. Tandis que ce réactif transforme l'alcool butylique secondaire $CH^3-CH^2-CHOH-CH^3$ uniquement en acide acétique et l'alcool caprylique $CH^3-(CH^2)^5-CHOH-CH^3$ en acides acétique et hexylique normal, la potasse produit, avec le premier de ces alcools, les acides formique et propionique et, avec le second, les acides formique et heptylique normal.

Parmi les réactions actuellement employées à la diagnose des alcools primaires et secondaires, seule celle de Chancel (2) est applicable aux termes élevés. La manière différente dont se comportent ces deux sortes d'alcools lorsqu'on les chauffe durant 16 heures en tubes scellés vers 230° avec leur poids de potasse, fournit une seconde méthode pour reconnaître si un alcool donné de poids moléculaire élevé est primaire ou secondaire. L'alcool est-il

(1) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 129.
(2) *Comptes rendus*, t. 100, p. 601.

primaire, il se transforme intégralement en sel de potasse de l'acide correspondant, sel entièrement soluble dans l'eau. Est-il secondaire, il ne donne qu'une très petite proportion d'acides et la plus grande partie, restant inaltérée ou se transformant en alcools plus condensés, vient surnager lorsqu'on reprend par l'eau le produit de la réaction.

Mes expériences ont porté sur les alcools isopropylique, butylique secondaire et caprylique.

L'*alcool isopropylique* a été chauffé en tubes scellés à 200°-205° pendant 16 heures avec son poids de potasse caustique. Chaque tube contenait 10g d'alcool. Il s'est produit de l'hydrogène et un peu d'un carbure absorbable par le brome.

Le contenu des tubes, traité par l'eau, puis saturé de gaz carbonique, fournit un liquide séparé en deux couches : une couche huileuse contenant les alcools, une couche aqueuse très alcaline contenant les acides.

La couche huileuse est constituée par de l'alcool isopropylique qui n'a pas réagi et qui distille avant 90°, et par deux autres alcools dont l'un bout à 130°-131° et l'autre à 194°-195°. Le premier a pour formule $C^6H^{14}O$; sa densité à 0° est 0,8292; le second répond à la formule $C^9H^{20}O$; sa densité à 0° est 0,8801. Ce sont là les propriétés du méthylisobutylcarbinol et du diméthyl-2.4-heptanol-6 dont j'ai déjà observé la formation dans l'action de l'alcool isopropylique sur son dérivé sodé.

La solution aqueuse contenant les acides est saturée presque complètement par l'acide sulfurique, puis essorée pour la séparer d'un précipité de silice et de silicates provenant de l'attaque du verre des tubes scellés par la potasse; enfin, après addition d'un excès d'acide sulfurique, elle est distillée. Le distillat renferme en petite quantité les acides formique et acétique.

L'*alcool butylique secondaire* a été traité comme l'alcool isopropylique, sauf que les tubes scellés ont été chauffés à 220°-230°. A l'ouverture des tubes, il se dégage de l'hydrogène.

En traitant comme ci-dessus le produit de la réaction, on a recueilli deux alcools qui présentent la composition et les propriétés des alcools dibutylique secondaire $C^8H^{18}O$ et tributylique secondaire $C^{12}H^{26}O$, qui se forment, ainsi que je l'ai montré (1), dans l'action de l'alcool butylique secondaire sur son dérivé sodé. Comme eux, ils ont respectivement les points d'ébullition 167°-168° et 250°-253°, et leurs densités à 0°, 0,8500 et 0,9201, sont presque identiques à celles 0,8493 et 0,9210 déjà trouvées pour les alcools dibutylique et tributylique secondaires. Les acides formés dans la réaction sont les acides formique et propionique avec un peu d'acide oxalique provenant, sans doute, de l'oxydation de l'acide formique par la potasse.

L'*alcool caprylique* a été chauffé avec la moitié de son poids de potasse caustique dans un ballon de cuivre muni d'un tube de verre formant réfrigérant à reflux. La température s'est rapidement élevée à 220°; elle a été maintenue à ce degré pendant 8 heures. Durant la chauffe, il s'est dégagé de l'hydrogène.

Le produit de la réaction, soumis au traitement habituel, a donné un alcool bouillant

(1) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 183.

à 180° sous 18^{mm} de pression, de densité 0,8351 à 15°. Ce sont là les propriétés de l'alcool dicaprylique $C^{14}H^{30}O$, qui résulte, ainsi que je l'ai montré (1), de la condensation de l'alcool caprylique avec son dérivé sodé. En même temps que cet alcool il s'est formé les acides formique, œnanthylique et oxalique.

BOTANIQUE. — *De la présence de deux sortes de conidiophores chez* Oidiopsis taurica. Note de M. **Étienne Foëx**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A côté du conidiophore si polymorphe qui peut être considéré comme l'appareil conidien typique d'*Oidiopsis taurica*, j'en ai rencontré un autre qui diffère du premier par sa forme, ses dimensions et son origine.

On sait qu'un mycélium superficiel finit par apparaître chez cette espèce, dont toutes les hyphes sont endophytiques au début. Ces filaments externes adhèrent à la surface de l'épiderme par des sortes de renflements qu'ils constituent de loin en loin (*appressoria*), mais ils ne poussent pas de suçoirs (*haustoria*) dans l'épiderme.

C'est ce mycélium ectophytique qui constitue parfois, très rarement il est vrai, des conidiophores beaucoup plus petits (50$^{\mu}$ à 90$^{\mu}$) que les normaux (200$^{\mu}$ à 400$^{\mu}$). Ces petits appareils conidiens comprennent 3 ou 4 cellules dont une seule, l'apicale, a la forme d'une conidie arrondie ou ovale; ils ont, en somme, un aspect très voisin de ceux d'*Erysiphe Polygoni*, par exemple. Il est intéressant de constater que les conidiophores qui prennent naissance sur un mycélium ectophytique ont une forme analogue à celle d'Érysiphacées ectophytiques. Il est vrai que les conidiophores de *Phyllactinia corylea*, qui se constituent aussi sur des hyphes qui rampent à la surface de l'épiderme, se rapprochent de la forme conidienne typique d'*Oidiopsis taurica*.

Sans doute, dans le cas de *Phyllactinia*, la nutrition des filaments superficiels est assurée d'une façon plus abondante que chez *Oidiopsis*, où les conidiophores normaux, qui prennent naissance en grand nombre au-dessus des stomates, c'est-à-dire près des sources nutritives, affament en quelque sorte les hyphes externes. C'est probablement ainsi que l'on peut expliquer comment il se fait que ces filaments ectophytiques ne constituent que des conidiophores nains, d'ailleurs fort rares. Les appareils conidiens typiques cessant de se développer avant la période de formation des périthèces, les filaments externes reçoivent à ce moment-là une nourriture plus abon-

(1) *Comptes rendus*, t. 132, 1901, p. 685.

dante et ils peuvent alors assurer la constitution de conceptacles volumineux.

Les conidiophores portés par le mycélium externe ont été observés chez *Oidiopsis taurica* sur *Phlomis Herba-Venti* et sur *Onobrychis sativa*. Ils n'ont été rencontrés que dans un matériel déjà fixé, de sorte que le mode de germination de ces microconidies et leur rôle dans l'infection de la plante hôte n'ont pu être étudiés. De même, les préparations ne contenant que des conidiophores complètement formés, je n'ai pas pu suivre l'évolution de ces petits appareils.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la fermentation du moût du raisin*. Note de MM. **W. Lubimenko** et **A. Froloff-Bagreief**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les levures, dans leur vie naturelle sur les fruits de la Vigne, sont exposées à la lumière du jour, ce qui donne à supposer que l'organisme de la levure est adapté à un éclairement assez fort.

D'autre part, la fermentation alcoolique du moût de raisin, produite par ces mêmes levures, s'effectue en l'absence de la lumière. Étant donné que la lumière ralentit la respiration des plantes, il nous a paru intéressant de rechercher quelle action produit cet agent physique sur la fonction de fermentation.

Nous avons employé, pour nos expériences, une race de levures connue sous le nom de *Steinberg* 1892. Si l'on expose en pleine lumière du jour une culture pure de cette race, on constate que la lumière ralentit la reproduction des cellules. Nous avons obtenu, dans une expérience faite sur le moût de raisin, les nombres relatifs suivants de cellules :

	A la lumière.	A l'obscurité.
Premier jour	73	234
Deuxième jour..........	190	280
Troisième jour..........	241	283
Quatrième jour.........	278	455

On voit, par ces chiffres, que nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par M. Lohmann (¹) dans ses recherches sur la reproduction des levures.

(¹) Lohmann, *Ueber den Einfluss des intensiven Lichtes auf die Zellteilung bei Saccharomyces cerevisi undæ anderen Hefen*. Rostock, 1896.

Donc, si l'on fait fermenter le moût de raisin à une forte lumière, la quantité de CO^2 dégagé doit être moindre que celle qu'on obtient à l'abri de la lumière, proportionnellement à la vitesse de la reproduction des levures. Cependant, on sait que la reproduction des levures dans un volume déterminé de liquide sucré cesse au bout d'un temps plus ou moins long, suivant la température. Quelques expériences que nous avons faites, à une température moyenne et à l'abri de la lumière, nous ont montré que le nombre des cellules ou leur poids sec atteint, dans une culture donnée, son maximum à peu près au moment où cette culture dégage le plus de CO^2. Ensuite la masse de levures reste constante, mais leur énergie fermentative s'affaiblit rapidement.

Par conséquent, si la lumière ralentit seulement la reproduction des levures, leur masse doit atteindre son maximum à l'éclairement plus tard qu'à l'obscurité; dans ce cas, le dégagement maximum de CO^2 chez les cultures éclairées doit retarder à son tour. Voici les données que nous avons obtenues dans les expériences faites en été et en pleine lumière du jour :

	1.		2.		3.		4.	
	Température = + 18°, 1.				Température = + 16°, 4.			
	Quantités de CO^2 dégagé par 300$^{cm^3}$ de moût de raisin ensemencés avec la race Steinberg 1892, en grammes.							
Temps.	Lumière.	Obscurité.	Lumière.	Obscurité.	Lumière.	Obscurité.	Lumière.	Obscurité.
1er jour..	0,100	0.212	»	»	»	»	»	»
2e » ..	0,250	0,785	0,500	1,800	0,033	0,015	0,022	0,015
3e » ..	1,950	2,870	1,600	2,500	0,030	0,165	0,372	0,690
4e » ..	2,310	2,980	2,500	2,400	0,300	0,305	1,515	2,100
5e » ..	1,970	2,220	2,000	2,300	1,220	2,320	2,095	2,320
6e » ..	1,630	1,980	1,000	1,200	1,675	1,830	2,130	2,330
7e » ..	»	»	»	»	2,190	2,400	1,935	2,260
8e » ..	»	»	»	»	1,900	2,000	»	»
Total...	8,210	11,047	7,600	10,200	7,348	9,035	8.069	9,715

On voit, par ces nombres, que pendant la reproduction intense des levures, les cultures éclairées dégagent moins de CO^2 que celles mises à l'obscurité.

Donc l'augmentation de la masse des levures, moins rapide chez les cultures éclairées, se manifeste aussi par le dégagement moins énergique de CO^2. Cependant les chiffres du Tableau ci-dessus nous montrent que, dans trois expériences sur quatre le dégagement de CO^2 atteint son maximum le même jour à la lumière et à l'obscurité. Ce fait donne à penser que les levures éclairées, malgré leur reproduction moins rapide, com-

mencent à perdre leur énergie fermentative sensiblement en même temps que les levures développées sans lumière.

Nous avons prolongé deux de nos expériences jusqu'à 70 jours, en déterminant les quantités de CO^2 dégagé par jour, et nous avons obtenu les quantités suivantes de CO^2 pour toute la durée des expériences :

	A la lumière.	A l'obscurité.
Première expérience.......	26,53	31,79
Deuxième expérience......	21,60	28,00

Le moût employé pour ces expériences contenait 24,68 pour 100 de sucre. Les analyses faites à la fin des expériences ont donné les quantités suivantes de sucre fermenté et d'alcool formé :

	A la lumière.		A l'obscurité.	
	Sucre fermenté. Pour 100.	Alcool formé. Pour 100.	Sucre fermenté. Pour 100.	Alcool formé. Pour 100.
	Poids.	Volumes.	Poids.	Volumes.
Première expérience....	20,90	12,11	24,30	14,40
Deuxième expérience...	22,62	13,18	24,34	14,50

Tous ces chiffres nous montrent que l'énergie de la fermentation a été plus faible chez les cultures éclairées pendant toute la durée des expériences. En outre, nous avons constaté que la proportion d'alcool produit ainsi que de CO^2 dégagé par rapport aux quantités de sucre fermenté est un peu plus faible à la lumière qu'à l'obscurité. Les analyses du vin obtenu ont montré aussi que les quantités des acides et surtout des acides volatils sont plus élevées pour les cultures éclairées que pour celles mises à l'abri de la lumière; au contraire, les cultures éclairées produisent moins de glycérine. Enfin les quantités des éthers dans le vin obtenu ainsi que le poids sec des levures à la fin des expériences sont sensiblement égaux à la lumière et à l'obscurité.

Tous ces faits donnent à penser que la lumière joue un rôle compliqué dans le processus de la fermentation alcoolique du moût. Une forte lumière ralentit la reproduction des levures; mais, au bout d'un temps plus ou moins long, les cellules qui peuvent supporter l'éclairement, donnent une série de générations qui f rment probablement une race physiologique spéciale adaptée à vivre et à faire fermenter le liquide sucré sous un fort éclairement. Malgré cette adaptation, l'énergie fermentative chez les levures éclairées reste plus faible que chez celles développées sans lumière; cette différence est d'autant plus grande que la température est plus élevée.

Enfin les variations quantitatives constatées pour les divers produits de

la fermentation à la lumière et sans lumière donnent à supposer que l'énergie lumineuse influe même sur le mécanisme de cette fonction.

ANTHROPOLOGIE. — *Arriération infantile et polyopothérapie endocrinienne.* Note (¹) de M. **Raoul Dupuy**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les glandes endocrines *propres*, chez les Vertébrés et en particulier chez l'homme, semblent avoir une double action. Elles joueraient d'abord un rôle de « régulateurs » dans les échanges organiques; ce sont les *manutentionnaires* des sels chimiques, qui donnent à chacun son tempérament et son caractère et, tout en prenant une part active à la croissance, elles conserveraient l'équilibre somatique et mental, indispensable à la vie normale.

C'est de leur mauvais fonctionnement que proviennent l'athérome et certains diabètes (provoqués expérimentalement), et l'étiologie de maintes affections nerveuses et même celle du cancer, basées sur des troubles de leur sécrétion « interne », ont déjà de nombreux partisans.

De plus, annexes du système génital, les surrénales (mâle?) et l'hypophyse (femelle ?) entreraient en jeu chez les générateurs au moment de la détermination du sexe de l'embryon, mais une de leurs fonctions des plus nettes est de préciser et de compléter les caractères sexuels du jeune sujet.

Aussi, l'opothérapie endocrinienne associée trouve-t-elle son indication dans le traitement de l'arriération infantile (dystrophie et dysharmonie d'origine endocrinienne) qui porte sur le corps et l'esprit.

Il ne faut pas confondre l'arriération infantile avec l'*idiotie* (consécutive à des lésions diffuses ou circonscrites de l'encéphale et accompagnées souvent de scléroses médullaires) qui se manifeste par des troubles intellectuels, des atrophies et des paralysies incurables souvent.

Les enfants arriérés sont soit *retardés* dès la naissance (taille, poids, parole, marche, dentition, état mental), soit *arrêtés* à une époque quelconque de leur croissance. Ce sont des sujets qui « poussent » mal ou qui ne « poussent » pas.

En général les arriérés sont petits, ils arrivent à l'age de la puberté sans être formés, *sans présenter les caractères de leur sexe;* leur voix est grêle,

(¹) Présentée dans la séance du 15 janvier 1912.

leur parole est traînante et hésitante, leur système pileux rudimentaire; leur facies d'adénoïdien, leurs disproportions squelettiques, leurs malformations crâniennes et autres leur donnent un aspect caractéristique.

Leur circulation est défectueuse (engelures, palpitations), leur tension artérielle est au-dessous de la normale. Frileux, scrofuleux, anémiques, ils ont des céphalées, des gastro-entérites, des dermatoses et présentent des troubles pulmonaires et osseux. Nonchalants et inintellingents, ou turbulents et inattentifs, ou insouciants et pervers, ce sont des écoliers inéducables. Ils deviennent des « inutiles » de la société et même des criminels conscients ou inconscients.

Cet état, à peine ébauché, s'accompagne souvent de myxœdème, de *gigantisme* partiel ou total, d'obésité, d'acromégalie frustre, de rachitisme, de mongolisme, d'anémie verte ou bronzée, d'achondroplasie, d'inversion sexuelle, etc.

Des symptômes si nombreux et des complications si variées (plus ou moins combinés) font de l'arriération infantile un état tellement complexe qu'il ne peut être étudié par classification, car chaque arriéré correspond presque toujours à un type clinique trop spécial.

Tous ces états ne sont pas d'origine thyroïdienne et chez certains arriérés ayant dépassé l'âge de la puberté, l'opothérapie thyroïdienne seule ne donnant que des résultats très incomplets et parfois nuls, nous avons depuis trois ans adopté la méthode polyopothérapique après un *traitement préparatoire* basé sur l'examen du sang et des urines (moelle osseuse, phosphates, sels de chaux et de fer). Après traitement de la *syphilis héréditaire* soupçonnée, après ablation des adénoïdes, nous donnons tous les jours, pendant un mois, une dose qui varie, d'après les hypofonctions reconnues ou la correction que l'on désire, de $0^g,02$ à $0^g,05$ d'extrait *thyroïdien*, *hypophysaire* ou *surrénal* total. On arrivera sans doute à des résultats plus intéressants, quand il sera pratique d'ordonner une seule des deux parties (médullaire ou corticale) de chaque glande. Dans les cas accompagnés de *gigantisme* et d'*asthénie*, nous prescrivons l'extrait *orchitique interstitiel* ($0^g,05$ à $0^g,10$ par jour); s'il y a *excitation* et *instabilité*, l'extrait *de corps jaune* aux mêmes doses est indiqué. Ce traitement sera fait pendant 6 à 10 mois, car l'action de l'opothérapie est *passagère* et momentanée.

D'autre part, en plus du régime alimentaire ordinaire, on donnera une ration supplémentaire dite *de croissance*, riche en hydrates de carbone et sels minéraux.

Les effets de cette polyopothérapie endocrinienne sont très intéressants.

Les arriérés augmentent rapidement de taille (10^{cm} à 15^{cm} en quelques mois, et ceci, à l'âge de 16 à 19 ans). Ils sont métamorphosés au physique. Quant à leur état mental, il est changé complètement. Des élèves qui faisaient le désespoir des éducateurs sont devenus les premiers de leur classe.

Il n'est pas de description, ni de photographie, aussi fidèles soient-elles, qui pourraient rendre ces modifications qui sont appréciables jusque dans les gestes et dans l'intonation de la voix.

Il semble que l'*infantilisme*, qui est la persistance de l'*arriération* chez l'adulte, doive être prévenu au moyen de cette *puériculture complémentaire de la seconde enfance*.

Sans vouloir amoindrir en rien l'action merveilleuse de l'opothérapie thyroïdienne chez les tout jeunes gens et chez les adolescents myxœdémateux, nous estimons que, dans tous les cas d'arriération, on obtient le maximum de résultats en faisant de la *polyopothérapie endocrinienne*.

Cette médication nous a permis de constater :

1° Une augmentation plus rapide de la taille (qui avait été lente à se manifester avec la thyroïde seule) et un arrêt de l'accroissement chez les gigantiles;

2° Un moins grand amaigrissement qu'avec le corps thyroïde et une tendance marquée à récupérer le poids initial, lorsque le corps thyroïde seul l'avait fait baisser;

3° Une augmentation de la tension artérielle et une rapidité dans la modification de l'élimination urinaire, indiquant nettement que le métabolisme est rétabli et que l'assimilation est devenue régulière (le corps thyroïde produit souvent, même chez l'enfant, des désassimilations fort difficiles à enrayer);

4° La disparition de phénomènes morbides et de lésions d'ordre sympathique accompagnant l'arriération que le traitement thyroïdien souvent n'améliore pas (achroasphyxie des extrémités, troubles de la vue, ptoses viscérales, hernies ombilicales, etc.);

5° Une métamorphose physique de chaque sujet, qui devient moins asthénique ou moins irritable, *dont le sexe s'affirme*, cependant que les organes mâles et femelles entrent en fonction (menstruation-ovulation, descente du testicule, puis éjaculation à spermatozoïdes);

6° Une métamorphose intellectuelle et morale; la paresse disparaît; l'intelligence s'éveille (parole, écriture, etc.), et ces déshérités de la nature deviennent souvent capables de tenir leur place dans la société.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rythme utéro-ovarien chez la femme.* Note de M. **Stapfer**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les observations qui suivent remontent à 1893. Elles ont été constantes pendant 19 ans. Leur exactitude ne laisse donc point de doute.

28 jours séparent deux époques menstruelles. Au lieu d'un seul *Molimen hemorrhagicum*, mensuel, les femmes en ont deux.

Le *summum* précis de la seconde vague sanguine qui envahit les organes pelviens correspond au 15e jour, en comptant du début de la menstruation, et pour la vague cataméniale au 28e jour. Les creux qui les séparent correspondent au 10e, 11e, 12e et aux 20e, 21e, 22e.

Le phénomène ne peut être constaté que par l'observation quotidienne des femmes.

L'habitude médicale des examens isolés et l'ignorance du phénomène des vagues, qui exerce sur la marche des affections locales et générales une influence alternativement favorable et défavorable, exposent à de funestes erreurs de diagnostic, à des interventions chirurgicales inutiles et à des pronostics erronés.

Au creux des vagues correspond, dans les organes pelviens, une congestion passive, une stase, reconnaissable à l'engorgement ou œdème. Cet engorgement disparaît quand la vague monte et s'étale, et fait place à un stade d'accélération circulatoire.

De là l'aspect protéique des lésions génitales.

L'engorgement est tel, dans certains cas, qu'on croit à des phlegmons suppurés et dangereux, à des grossesses extra-utérines et que la castration est déclarée urgente. La vague à son summum emporte ces symptômes tapageurs.

Le summum correspond en effet à une période d'accélération du cours du sang, dans laquelle la circulation se précipite torrentielle.

A une vaso-dilatation veineuse passive avec vaso-constriction artérielle, se substitue une vaso-dilatation active générale de tout le réseau génital.

Ces deux périodes d'accélération sanguine coïncident, la première, avec les 14e, 15e, 16e jours, en comptant du début de la menstruation; la seconde, avec les 24e, 25e, 26e, 27e, 28e jours.

Les périodes d'engorgement entraînent non seulement des modifications locales, mais des modifications de l'état général; congestions fugaces

de divers organes, ou troubles vaso-moteurs erratiques, souvent confondus avec des entités morbides, du poumon, du cœur, du foie, du pharynx, des organes des sens, etc.

De plus, de véritables entités morbides ou maladies indépendantes de l'état génital subissent l'influence des deux vagues et s'aggravent ou s'amendent à jour fixe, en quelque sorte fatidique.

Comment expliquer les deux vagues?

Primitivement nous avons rattaché à la pathologie ces faits constatés d'abord chez les malades; mais, en bonne logique, la physiologie seule expliquait leur constance, leur périodicité.

L'observation familiale de perturbations physiques et psychiques survenant chez des vierges en bonne santé acheva de nous persuader que la pathologie était ici le verre grossissant de la physiologie. Deux phénomènes naturels gouvernaient nos deux vagues ; mais lesquels ? Ce ne pouvait être que la ponte et un stade quelconque de l'évolution du corps jaune; mais quel était ce stade et quel était l'ordre de succession de ces modifications ovariennes ?

Le D[r] Villemin de Lyon, dans ses recherches physiologiques sur le corps jaune, ayant eu l'idée d'examiner anatomiquement 28 ovaires sains enlevés à 28 femmes par la chirurgie du 1[er] au 28[e] jour de la période intermenstruelle, nous a fourni la clef de nos phénomènes.

Voici leur explication :

Le premier stade d'engorgement correspond à la maturation du follicule de de Graaf, et l'accalmie par dégorgement, qui succède, correspond à la maturité et à la rupture de ce follicule, 15[e] jour.

Ainsi, comme l'avait supposé, par intuition gratuite mais géniale, un Américain, Marion Marsh, qui a observé nos vagues après nous, la ponte se fait au milieu du mois et non à son échéance, comme l'admet la théorie classique de Pouchet et de Pflüger.

Le second stade d'engorgement correspond à la maturation du corps jaune, et celui de dégorgement par précipitation du courant, période d'accalmie qui succède, à sa maturité.

Cette accalmie et cette maturité aboutissent à l'émonctoire menstruel pendant lequel le corps jaune se flétrit, c'est-à-dire régresse.

Dès avant la puberté, jusqu'à la ménopause, pendant toute la vie génitale, y compris la grossesse (car il y a pendant celle-ci des pontes avortées et une évolution spéciale du corps jaune dite *gravidique*), nos vagues et leurs accalmies gouvernent la physiologie, la psychologie et la pathologie de la femme. Elles influencent avec une régularité d'horloge tout l'être féminin, valide ou malade, sa cérébralité, la marche des affections abdominales, leur recru-

descence, leur déclin, l'évolution des affections extra-abdominales, leur tendance à s'aggraver ou à guérir.

Propter ovum et corpus luteum, valida aut ægrota, mulier est id quod est, dirons-nous modifiant l'ancien adage : *propter uterum, mulier est id quod est*.

Que les deux vagues s'élèvent et s'abaissent avec régularité, que l'émonctoire naturel parachève le cycle, l'équilibre est parfait.

Que l'arythmie des deux vagues cause une perturbation locale habituelle, à plus forte raison la maladie, ou que celle-ci vienne du dehors, voilà la chronicité, la misère gynécologique installée, grâce à l'irrégularité des deux vagues. Elle entretient la congestion et à cette congestion s'ajoute l'auto-infection, si les toxines du corps jaune ne sont pas éliminées. Alors la femme reste au moins une dolente, une empoisonnée périodique, une déséquilibrée, parfois une impotente ou une détraquée, si quelque thérapeutique physiologique n'intervient pas à temps pour rythmer et assainir la circulation générale, en rythmant et assainissant la circulation du ventre, car l'une est indissolublement liée à l'autre.

PHYSIOLOGIE. — *Du thymus considéré comme glande à sécrétion interne.* Note de MM. **R. Pigache** et **I. Worms**, présentée par M. Edmond Perrier.

Ressemblant au premier abord à un organe lymphoïde, le thymus s'en distingue par son évolution, sa constitution intime caractérisée par la présence d'éléments propres tels que les corps de Hassal, la nature spéciale de sa sécrétion et son mode de réaction au cours des différents états pathologiques.

I. D'origine épithéliale, puisqu'il prend naissance aux dépens de la troisième fente branchiale, le thymus, aux environs de la puberté, contrairement à la plupart des autres organes, s'atrophie très rapidement sans cependant disparaître en entier; on en retrouve des vestiges chez des vieillards âgés de 70 à 80 ans.

II. Composé de lobules juxtaposés, le thymus possède une riche circulation sanguine assurée par un système de vaisseaux sans lacunes ni tissu caverneux sur leur trajet.

Les artères, situées de préférence dans l'axe de chaque lobule, apportent à ces formations les globules blancs, destructeurs des cellules thymiques

épithéliales; il en résulte l'apparition, au centre des lobules, d'une zone claire, dite *substance médullaire*, qui va en s'accroissant avec l'âge et l'involution de l'organe.

Comparée à la circulation sanguine du thymus, la circulation lymphatique apparaît comme y tenant une place beaucoup moins importante.

III. La structure histologique du thymus tire sa particularité essentielle de la présence de nombreuses figures de dégénérescence cellulaire au sein du parenchyme.

A côté des cellules thymiques épithéliales et des globules blancs extravasés des vaisseaux sanguins, on trouve les corpuscules de Hassal, les cellules épithélioïdes, une substance d'aspect colloïde, toutes formations qu'on doit considérer comme d'ordre nettement dégénératif.

Les corpuscules de Hassal, loin d'être des éléments vivaces susceptibles de propriétés sécrétoires comme certains l'ont soutenu, représentent, en réalité, des amas de cellules dégénérées.

Leur centre est une cellule épithélioïde, autour de laquelle sont venus s'étendre, en couches concentriques, des lymphocytes échappés des vaisseaux et présentant un degré plus ou moins marqué de régression. L'accroissement du corps de Hassal se fait en effet par la périphérie; le noyau central est la zone qui est à la fois la plus ancienne et la plus avancée en altération.

Les cellules épithélioïdes ne sont elles-même que des globules blancs, volumineux, ayant subi de profondes modifications régressives et dont le cytoplasme est infiltré d'une substance spéciale au thymus, que son aspect nous fait désigner du nom de *substance colloïde de dégénérescence*.

IV. Cette substance constitue comme une gangue où sont plongés les éléments du thymus.

Dans le thymus normal, elle se localise de préférence au niveau de la zone médullaire du lobule et se présente sous la forme d'amas irréguliers disposés en faisceaux courts qui s'anastomosent entre eux, pour constituer comme une sorte de réticulum.

La localisation prépondérante de cette substance dans la zone médullaire tient à ce que cette région est le siège d'élection des phénomènes de désintégration cellulaire.

C'est là que se répandent, à leur sortie des vaisseaux, les nombreux globules blancs venus *à l'assaut* des cellules thymiques épithéliales; c'est là qu'ils élaborent, à l'aide des matériaux fournis par les débris cellulaires,

la substance colloïde, qui s'élimine au fur et à mesure de sa production, par les nombreuses veines sillonnant le parenchyme de l'organe.

V. Dans les thymus pathologiques (thymus d'animaux parathyroïdectomisés, thymus soumis aux irradiations des rayons Rœntgen, thymus d'animaux intoxiqués par le phosphore, l'arsenic, etc.; thymus d'enfants athrepsiques, syphilitiques, tuberculeux), cette substance colloïde de dégénérescence augmente de façon très notable, alors qu'elle fait totalement défaut dans les ganglions lymphatiques des sujets correspondants.

La présence de cette substance colloïde, d'aspect dégénératif, confère au thymus l'allure d'une glande à sécrétion interne d'une nature particulière.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le fer est-il le catalyseur dans l'oxydation des phénols par la peroxydiastase du Raifort?* Note de MM. **H. Colin** et **A. Sénéchal**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Si l'on considère les sels de fer en tant que catalyseurs de l'oxydation des di- et triphénols par H^2O^2, on observe que l'effet retardateur exercé par les différents acides permet de grouper ces sels de la façon suivante :

1° Les sels qui sont gênés dans leur action catalytique principalement par les acides capables de former avec le fer des sels complexes : ce sont les chlorure, bromure, iodure, nitrate, sulfate, l'oxyde, le sulfocyanure, le bleu de Prusse, les sels organiques en liqueur très étendue et en l'absence d'un excès de leur acide. Tous ces sels paraissent agir, dans l'oxydation, par les ions $Fe_{(+++)}$ qu'ils sont susceptibles d'émettre.

2° Les sels dont l'activité catalytique est influencée surtout par les ions H : ferrocyanure, ferricyanure de potassium et leurs dérivés.

Enfin, d'autre sels, tels que les phosphates et les arséniates, sont, en liqueur neutre, presque complètement dépourvus de propriétés oxydantes.

L'action des acides sur l'oxydation des di- et triphénols par la peroxydase de Raifort (*Cochlearia armoracia*) ne permet pas d'attribuer à des sels de la première catégorie l'activité oxydante du jus de Raifort. L'action des acides se réduit à celle de leurs ions H.

G. Bertrand et Mlle Rozenband [1], dans leurs recherches sur la peroxydase du son, ont signalé, outre l'action prépondérante des ions H, une influence des radicaux électronégatifs ; cette action des anions diffère net-

(1) G. Bertrand et Mlle Rozenband, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 296.

tement, en nature et en intensité, de celle que nous avons signalée dans le cas des sels de fer ionisés ([1]).

La constitution chimique des jus végétaux s'oppose à ce qu'il y puisse exister du fer à l'état d'ions. Ces jus contiennent, en effet, des acides organiques faibles, des phosphates et des albumines. Ces diverses substances tendent à s'emparer du fer pour former avec lui des combinaisons complexes et la disparition des caractères analytiques du métal coïncide avec la disparition de ses réactions peroxydasiques. Or la concentration en fer, dans les végétaux, est toujours fort inférieure à celle qui correspondrait à la capacité de réaction du milieu. A 20^{cm^3} de la macération aqueuse de Raifort, il faut ajouter $0^{cm^3},5$ d'une solution $\frac{N}{10}$ de $FeCl^3$ pour voir apparaître avec netteté la coloration du rouge sang en présence de CNSK.

On pourrait attribuer les propriétés peroxydasiques du jus de Raifort, à une combinaison analogue au ferrocyanure. Cette hypothèse serait compatible avec l'action exercée par les acides sur la vitesse d'oxydation, mais elle manque de vraisemblance pour les raisons suivantes :

1° Un grand nombre de corps : alcools polyvalents, hydrates de carbone, acides gras, sont facilement oxydés par le ferrocyanure en présence de H^2O^2. Nous avons vainement essayé d'oxyder ces différentes substances avec la peroxydase du Raifort.

2° L'activité oxydante du ferrocyanure se manifeste surtout en liqueur nettement alcaline ; or, dans ces conditions, la peroxydiastase devient inactive.

3° La vitesse d'oxydation déterminée par le groupement $FeCy^6$, est, à concentration égale en fer, considérablement moindre que celle qui se rapporte à un sel de fer ionisé. En supposant que la totalité du fer présent dans le jus de Raifort s'y trouve à l'état d'ions, la vitesse d'oxydation correspondant à cette dilution du fer serait encore beaucoup plus faible que celle qui est propre à la peroxydiastase.

Une dernière supposition reste possible : le principe actif de la peroxydiastase pourrait être une combinaison complexe renfermant des quantités de fer très faibles par rapport au poids de la molécule : l'hémoglobine est une combinaison de ce genre. Comme une étude chimique systématique de cette catégorie de complexes n'a pas été faite jusqu'à présent, il est impossible de discuter les rapports qui existent entre les propriétés peroxydasiques de ces corps et leur constitution.

([1]) H. Colin et A. Sénéchal, *Comptes rendus*, 3 juillet 1911 et 24 juillet 1911.

HYGIÈNE. — *Les odeurs de Paris.* Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. A. Haller.

Les odeurs de Paris ont été particulièrement incommodes au cours de l'été 1911, à un tel point que la presse quotidienne s'est emparée de la question en demandant aux pouvoirs publics de faire le nécessaire « pour endiguer le flot des odeurs qu'une année, exceptionnelle dans ses conditions climatériques, a rendu plus odieuses ». La question préoccupe l'Administration depuis longtemps déjà, et la lecture des rapports présentés chaque année à M. le Préfet de police par M. Adam, inspecteur principal des Établissements classés du département de la Seine, montre que l'origine principale des odeurs doit être recherchée dans les usines de fabrication des superphosphates.

Je me suis donc proposé d'étudier systématiquement l'influence des conditions climatériques sur la production et la diffusion des odeurs de Paris dues à ces engrais. L'industrie livre à l'agriculture des superphosphates minéraux (attaque des phosphates naturels par l'acide sulfurique des chambres de plomb), des superos (attaque des os dégraissés et dégélatinisés par le même acide) et des phosphoguanos ou superphosphates animalisés (attaque des phosphates minéraux par l'acide sulfurique azoté obtenu lui-même par l'action de l'acide sulfurique ordinaire sur des résidus organiques de toute nature, ou mélange de superphosphates ordinaires avec des engrais azotés d'origine animale). Datant à peine de 50 ans, les usines de fabrication de ces engrais, qui se trouvent dans la banlieue immédiate de Paris, ont pris un développement considérable, conséquence peut-être inattendue de la préparation d'engrais animalisés utilisant tous les déchets de la vie parisienne.

Deux séries d'expériences ont été faites, chacune ayant une durée de 3 mois. La première a commencé le 1er juillet pour se terminer le 30 septembre; la matière en expérience n'a pas été agitée. La deuxième a commencé le 1er octobre pour se terminer le 31 décembre; la matière était agitée chaque jour de manière à renouveler constamment les surfaces en contact avec l'air, et à se mettre sensiblement dans les conditions où s'effectue le travail dans les usines. A chaque essai, on notait la température et la pression d'une part, l'acidité des gaz dégagés et l'odeur d'autre part; les résultats obtenus sont d'ordre essentiellement qualitatif d'après la nature même des phénomènes observés. L'action de la chaleur à différentes températures et l'influence du champ électrique ont également été étudiées. Les observations faites au laboratoire ne sau-

raient être infirmées, ayant été effectuées sur de petites quantités d'engrais et dans des conditions moins favorables à la production et à la diffusion des odeurs que dans l'industrie; les conclusions auxquelles elles conduisent pourront donc être généralisées sans crainte d'erreur. Les voici telles qu'elles résultent des expériences dont on trouvera le détail dans un autre Recueil.

1° Les phosphoguanos et les superos, à l'*état de repos*, récemment fabriqués ou après mise en stock de plusieurs mois, laissent dégager des gaz ayant un caractère acide et une odeur caractéristique pour chacune des variétés. Les superphosphates minéraux ne présentent aucun de ces inconvénients d'une manière très appréciable.

Les réactions chimiques, qui ont leur siège principal dans les appareils de malaxage et dans la fosse d'abatage, se continuent lentement dans les engrais mis en tas; une élévation de température doit d'ailleurs augmenter la vitesse de ces réactions. Ou bien les produits odorants, dont sont imprégnées les masses d'engrais, sont formés au moment même de la fabrication et se dégagent peu à peu, leur émission étant d'autant plus active que la température est plus élevée. Quelle que soit l'explication adoptée, une élévation de température aura toujours pour conséquence une augmentation de l'intensité des odeurs de Paris, et l'apparition de ces odeurs, même pendant les jours de chômage des usines, devient ainsi très compréhensible.

2° L'*état de mouvement* de la matière favorise le départ des gaz acides et odorants, par suite leur dispersion dans l'atmosphère. Au moment des expéditions, il doit donc y avoir recrudescence des odeurs de Paris; c'est ce que l'on constate généralement dans les périodes février-avril et septembre-novembre, lorsque les vents dominants viennent du Nord-Est.

3° Si la dessiccation à 100° ne présente pas d'inconvénient grave pour les superphosphates minéraux, il n'en est pas de même pour les superos, et surtout pour les phosphoguanos. Les expériences de perte au feu montrent que les superphosphates minéraux peuvent être définitivement mis hors de cause dans la production des odeurs de Paris; les phosphoguanos, les superphosphates animalisés, au contraire, sont de grands réservoirs odorants. L'odeur *sui generis* des superos, désagréable, il est vrai, est très loin d'avoir le caractère particulièrement tenace de l'odeur des phosphoguanos.

4° Il semble *a priori* assez difficile de formuler une conclusion très nette de l'examen des observations qui ont été faites pendant le dernier trimestre de l'année 1911, relativement à la pression atmosphérique et à la

température. Je crois cependant qu'on peut les résumer en formulant la proposition suivante : les variations de la pression atmosphérique, soit en hausse, soit en baisse, amènent une recrudescence de l'intensité des odeurs, d'autant plus grande que la température est plus élevée.

Au début des observations, les engrais secs semblaient avoir parfois une odeur plus vive que les engrais humides; le contraire a été constaté à partir du 15 novembre. Cela indiquerait que les inconvénients dus aux engrais secs s'atténueraient avec le temps, ceux dus aux engrais humides augmentant au fur et à mesure de leur dessiccation à l'air; cette remarque a son intérêt en ce qui concerne les phosphoguanos, qui sont séchés à l'air, par mélange avec des matières absorbantes, et qui dégageraient ainsi des odeurs de plus en plus vives.

5° L'état électrique de l'atmosphère, dont on pouvait prévoir *a priori* l'influence, est un facteur important de la production et de la dispersion des odeurs. Les variations du champ électrique exaltent rapidement l'intensité des odeurs; alors qu'il a fallu 2 mois à la matière en repos pour faire passer un papier de tournesol bleu au rouge vineux, 4 jours à la matière en mouvement, il a fallu moins de 1 heure pour obtenir le même résultat sous l'influence de l'électricité.

En résumé, les conditions de travail dans les usines d'une part, et les conditions climatériques (pression atmosphérique, température, état électrique) d'autre part, ont une action très grande sur la production et la diffusion des odeurs de Paris, et l'on ne peut songer à atténuer l'apparition de ces odeurs sur la ville que par une réglementation très sévère du travail à l'intérieur même des usines.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La sensibilité des animaux aux variations de pression.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On admet en général que les invertébrés aquatiques ne ressentent pas les faibles variations de la pression extérieure. D'après la physique élémentaire, les pressions auxquelles l'organisme est soumis s'annulant deux à deux, leur effet total doit être nul. D'autre part, d'après la chimie physique, la pression n'a qu'une influence très faible sur la vitesse des réactions chimiques qui se passent dans les systèmes liquides.

Cependant, depuis cinq ans, j'ai signalé à diverses reprises que le facteur *pression* intervient dans les réactions de certains animaux inférieurs. J'ai

montré en particulier que, quand on diminue l'épaisseur de la couche d'eau qui surmonte une Actinie (*Actinia*, *Tealia*, *Actinoloba*), celle-ci tend à s'épanouir, alors qu'elle tend à se fermer dans le cas contraire. Je me suis assuré avec un thermomètre que la température ne variait pas; il ne s'agissait pas non plus d'une variation de l'éclairement ou de l'oxygénation de l'eau, car, quand j'ai fait venir la lumière et l'air par le fond du vase, j'ai obtenu les mêmes résultats; d'ailleurs, dans les conditions ordinaires, plus la couche d'eau est mince, plus l'éclairement et la teneur en oxygène sont grands, et ce sont là précisément des conditions qui tendent à s'opposer à l'épanouissement du polype.

Depuis j'ai imaginé un dispositif expérimental fort simple, qui permet de faire agir sur des animaux aquatiques de faibles pressions et de faire varier celles-ci, sans qu'il se produise de modifications sensibles de l'éclairement ou de la composition chimique de l'eau. En bactériologie, on emploie fréquemment les flacons de Gayon, de forme conique et dont le bouchon perforé a l'aspect d'un petit capuchon surmonté d'une tubulure creuse. Je me suis servi d'un de ces flacons; je l'ai rempli d'eau; j'y ai placé les animaux; j'ai posé le bouchon et j'ai fixé à sa tubulure un tube de caoutchouc, dans lequel j'ai versé de l'eau jusqu'à une certaine hauteur. Il me suffisait de donner diverses inclinaisons au tube pour faire varier la pression : quand il était vertical, le niveau de l'eau était à 1^{m} au-dessus de la table d'expérience; quand il était horizontal, ce niveau n'était plus qu'à 20^{cm} environ.

Je pouvais faire varier la pression très rapidement, et il est bien évident que la composition chimique de l'eau ne se modifiait pas instantanément. Malgré cela, j'ai observé sur certains animaux, en particulier de jeunes larves de Homard, des réactions très nettes vis-à-vis des variations brusques de la pression.

Des larves écloses la veille au soir, placées dans un flacon de Gayon, se groupaient du côté opposé à la fenêtre sous la plus faible pression. Dès que je venais à redresser le tube de caoutchouc, c'est-à-dire à augmenter la pression de 80^{cm} d'eau environ, *instantanément toutes* les larves, dont la tête ne cessait d'ailleurs d'être dirigée vers l'ombre, reculaient et se groupaient au point diamétralement opposé, c'est-à-dire du côté de la fenêtre.

Il y a là un cas de *sensibilité différentielle vis-à-vis de la pression*, sensibilité qui se manifeste par un changement de signe du phototropisme.

On peut obtenir le même effet en ajoutant à l'eau de mer une faible proportion d'acide sulfurique pur (1^{cm^3} de la solution décinormale pour 100^{cm^3} d'eau de mer) : presque instantanément le phototropisme, de négatif, devient positif.

Or, il est extrêmement intéressant de faire remarquer qu'il y a parallélisme entre les deux phénomènes déterminés, l'un par l'augmentation de la pression, l'autre par l'augmentation de l'acidité. Si les larves sont âgées

de moins d'un jour, les réactions sont très nettes dans l'un et l'autre cas. Mais, dans la suite, à mesure que les larves vieillissent, les réactions, aussi bien vis-à-vis de la pression que vis-à-vis de l'acide, deviennent de moins en moins nettes, la force du phototropisme négatif augmentant sans cesse. Le troisième jour après l'éclosion, un tiers seulement des larves répondent à la variation de pression, par un mouvement de recul moins prononcé que le premier jour.

Ainsi, *une variation assez faible, mais brusque, de la pression peut changer le signe du phototropisme des jeunes larves de Homard*. J'ai obtenu des résultats analogues avec certains Copépodes (Calanides) du plankton. J'ai observé, dans le flacon conique, à la suite d'une augmentation brusque de pression, un mouvement ascensionnel et un déplacement vers la lumière, et à la suite d'une diminution brusque de la pression, une chute sur le fond et un déplacement vers l'ombre. Dans ce cas, la sensibilité différentielle vis-à-vis de la pression se manifeste à la fois par un changement de signe du géotropisme et un changement de signe du phototropisme. J'ai montré d'ailleurs, à diverses reprises, qu'il y a une relation entre les variations de ces deux tropismes. Il y aura lieu de tenir compte des faits que je décris ici dans le problème de la distribution bathymétrique du plankton.

Bien des animaux n'ont pas réagi aux variations de pression, du moins aux faibles variations que j'ai réalisées dans mes expériences. Cela a été en particulier le cas des *Convoluta*, ces petits vers ciliés des plages sableuses qui présentent le curieux rythme des marées décrit par moi, et qui sont cependant d'une sensibilité extrême vis-à-vis des moindres secousses et variations d'éclairement. Alors qu'elles se déplaçaient dans un flacon de Gayon, soit sur le fond sableux, soit sur les parois latérales, j'augmentais brusquement la pression : je n'observais aucune modification des trajectoires, aucune rentrée dans le sable. L'expérience est intéressante, car elle montre que, dans le cas de mes jeunes larves de Homard, il n'y a pas à faire intervenir les secousses et les variations d'éclairement.

Dans cette Note, la preuve expérimentale de ce fait que de faibles variations de pression peuvent modifier les réactions d'un animal (vis-à-vis de la lumière et de la pesanteur) est donnée pour la première fois, du moins à ma connaissance.

ZOOLOGIE. — *Sur un Bryozoaire cténostome* (Watersia Paessleri *n. g., n. sp.*) *parasitant le cormus d'une Synascidie* (Polyzoa gordiana *Michaelsen*). Note de M. **Louis Calvet**, présentée par M. Yves Delage.

Le professeur W. Michaelsen a signalé ([1]), dans l'épaisseur du manteau cellulosique de *Polyzoa gordiana* Mich., l'existence d'un Bryozoaire stolonifère dont il m'a demandé la détermination. Ce Bryozoaire, intéressant en raison même de son parasitisme, constitue une forme essentiellement nouvelle, nécessitant la création d'un genre, et la présente Note n'a d'autre but que d'en donner une description succincte. Je l'appellerai *Watersia Paessleri*, attachant au genre le nom du distingué bryozoologiste Waters, et à l'espèce celui du capitaine Paessler, qui a enrichi le Naturhistorisches Museum de Hambourg de nombreuses collections zoologiques des mers antarctiques et subantarctiques.

Watersia Paessleri vit dans l'épaisseur de la couche superficielle du cormus de *Polyzoa gordiana* M., où ses différentes parties constitutives ne dépassent jamais une profondeur de $1^{mm},5$ au-dessous de la surface de la Synascidie. Ce Bryozoaire est formé de zoécies tubuleuses, rectilignes ou quelque peu incurvées, qui, portées par un stolon cylindrique, ramifié et flexueux, viennent s'ouvrir à la surface du cormus, où les orifices zoéciaux occupent le fond de petites dépressions infundibulaires, distribuées entre les saillies que les divers ascidiozoïdes déterminent sur la surface de la colonie ascidienne.

Les zoécies et les tubes stoloniaux sont donc totalement immergés dans la tunique commune, où, cependant, ils montrent une entière indépendance vis-à-vis des ascidiozoïdes proprement dits, dans l'intervalle desquels ils sont compris, ainsi que vis-à-vis de leurs diverticules vasculaires qui, à la périphérie du cormus, se terminent en de nombreux appendices clariformes, entre lesquels cheminent les rameaux stoloniaux.

Les zoécies, mesurant de $0^{mm},65$ à 1^{mm} de longueur et de $0^{mm},13$ à $0^{mm},17$ de diamètre, se rétrécissent graduellement dans le voisinage du stolon, ne mesurant plus que $0^{mm},04$ de diamètre au niveau même de leur insertion, tandis que le diamètre des branches du stolon varie entre $0^{mm},043$ et $0^{mm},05$. Les parois zoéciales et stoloniales sont très minces et très étroitement appliquées contre la cellulose enveloppante, dont l'ectocyste, simplement cuticulaire, se distingue cependant par une plus grande réfringence. Dans les bryozoïdes dont le polypide est à l'état de rétraction, l'ectocyste présente un plissement annulaire assez accusé qui démontre la non-conti-

([1]) W. Michaelsen, *Die holosomen Ascidien des magalhaensisch-südgeorgischen Gebietes;* in *Zoologica*, Bd. XII, Heft 31, 1900, p. 50.

nuité de la cuticule ectocystaire avec la cellulose et l'indépendance de la zoécie par rapport à la tunique; la structure de celle-ci n'est d'ailleurs modifiée en rien par le voisinage du Bryozoaire. Au niveau de l'orifice zoécial, les parois du bryozoïde au repos s'invaginent et forment une courte tubulure fermée inférieurement par le diaphragme de la gaine tentaculaire, sur lequel se dresse la collerette de soies caractéristique des Bryozoaires du sous-ordre des Cténostomes.

Le polypide n'est pourvu, d'une façon constante, que de neuf tentacules, longs et grêles, formant un cercle complet sur le lophophore, et la région stomacale comprend un gésier bien développé. La musculature pariétale du bryozoïde n'offre rien de particulier et répond à l'organisation générale des Cténostomes stolonifères, dans lesquels il convient de ranger cette nouvelle espèce.

La diagnose de *Watersia Paessleri* sera donc la suivante :

Zoécies subcylindriques, rectilignes ou incurvées, portées directement par un stolon tubuleux, flexueux et ramifié, sur lequel elles sont diversement distribuées, isolées ou par petits groupes, mais toujours distinctes entre elles et séparées du stolon par un diaphragme ou plaque de communication.

Ectocyste stolonien et zoécial, très mince et simplement cuticulaire, formant des annelures assez apparentes dans les zoécies dont le polypide est rétracté.

Polypide pourvu de neuf tentacules grêles.

Colonie vivant dans l'épaisseur de la couche périphérique du cormus de *Polyzoa gordiana* (Terre de Feu).

Le cercle complet formé par les tentacules de *Watersia Paessleri* assigne à cette espèce une place systématique dans la subdivision des Orthonémides établie par Hincks dans les Cténostomes stolonifères. De même l'existence d'un gésier rapproche cette espèce des genres *Vesicularia*, *Amathia*, *Bowerbankia* et *Avenella* de la famille des Vesiculariidæ dans laquelle elle doit être rangée à son tour. Mais les caractères tirés de la morphologie même de la zoécie et ceux fournis par le mode irrégulier de distribution des bryozoïdes sur le stolon imposent la création d'un nouveau genre, le genre *Watersia*, que l'on peut définir ainsi :

G. Watersia. Zoécies tubuleuses, assez longues et contractées dans leur portion inférieure, irrégulièrement distribuées sur un stolon et toujours dépourvues d'aréa membraneuse. Polypide pourvu d'un gésier.

Parmi les très nombreux Bryozoaires connus (environ 3000 espèces) qui, pour le plus grand nombre, utilisent les divers corps sous-marins comme substratum nécessaire à leur vie fixée, il n'avait été encore décrit qu'une espèce, l'*Hypophorella expansa* Ehlers (*Delagia chetopteri* Joyeux-Laffuie), vivant dans une sorte de parasitisme à l'égard des tubes de *Terebella conchilega* et de *Chetopterus Valencinii*. On est loin

d'être fixé, en effet, sur la nature bryozoologique des quelques formes de *Terebripora* trouvées dans l'épaisseur de certaines coquilles marines, soit vivantes, soit fossiles, formes qui, lorsque leur organisation sera mieux connue, se rangeront sans doute parmi les Hydraires.

Quoi qu'il en soit, et bien que sans influence sur l'hôte, le parasitisme de *Watersia Paessleri* offre des caractères bien différents de celui d'*Hypophorella expansa*. Dans cette dernière espèce, la colonie, d'abord superficielle par rapport à la surface interne du tube de l'Annélide parasité, ne devient profonde que par l'épaississement centripète du tube à l'aide de nouvelles couches de sécrétion. Dans *Watersia Paessleri*, au contraire, la colonie tout entière, à l'exception de l'oozoïde, se développe au sein même de la tunique de la Synascidie, grâce au bourgeonnement du stolon auquel l'oozoïde a donné naissance.

On ne peut comprendre, en effet, les rapports de *W. Paessleri* avec *Polyzoa gordiana*, qu'en supposant que la larve du Bryozoaire se fixe à la surface du cormus de la Synascidie et s'y transforme en un oozoïde superficiel fournissant, non pas un stolon rampant sur le cormus, mais un stolon pénétrant dans ce dernier. Par dissolution et absorption osmotique de la cellulose, le bourgeon stolonien progresse jusqu'à une faible profondeur dans l'épaisseur du cormus et marche ensuite parallèlement à la surface de celui-ci, évitant d'entrer en contact avec les ascidiozoïdes et produisant, çà et là, des bourgeons zoéciaux. Si des causes chimiotactiques permettent d'expliquer l'indépendance absolue du Bryozoaire par rapport aux ascidiozoïdes, il convient d'attribuer à des influences héliotropiques, la marche du stolon à une faible distance de la surface du cormus, et aussi la distribution des bourgeons zoéciaux et des zoécies adultes sur le côté du stolon qui regarde cette surface. La digestion progressive de la cellulose, coiffant ces bourgeons, met finalement ceux-ci en contact avec la surface du cormus où s'ouvre l'orifice zoécial, livrant passage au polypide déjà formé dans le bourgeon.

GÉOGRAPHIE. — *Le massif du Ya-Long* (*Chine occidentale*) *entre le* 28° *et* 30°. Lettre de M. **A. Legendre**, présentée par M. Edmond Perrier. (Extrait par M. Paul Lemoine.)

Nous avons employé les trois mois du printemps dernier (1911) à explorer la vallée intéressante et peu connue du Ya-Long. Le massif étudié est très tourmenté : hautes chaînes étroites, véritables arêtes se terminant en *mues*, *pics*, *aiguilles grêles*, etc., constituées par des roches métamorphiques au sud du 29° (micaschistes, séricitoschistes, cipolins, gneiss, etc.).

Au nord de cette ligne, il y a dans l'ensemble des chaînes un changement de facies presque complet; c'est l'émergence de roches granitiques, l'apparition de quelques masses gréseuses et de roches volcaniques. Les vallées sont plus larges; leur pente est plus douce; des terrasses constituées par du

limon et du sable fin granitique s'étagent sur leurs pentes, permettant l'élevage, l'extension des cultures, l'établissement des villages.

Ce changement de facies coïncide avec l'apparition des grès *zambaka* généralement schisteux, noirs, gris ou rouge sombre, rappelant les types charbonneux de la vallée du Nyan-Ning (¹) et se développant sur une énorme épaisseur apparente au Kee Rita. Ces masses gréseuses, souvent pénétrées par des séricitoschistes et des micaschistes très redressés, présentent elles-mêmes des inclinaisons très variables.

Il faut signaler aussi l'existence, à Rho Dzen Tsong, de gypse en bancs parallèles presque horizontaux (100^m environ); leur présence serait à rapprocher de l'existence de sources sulfureuses, assez nombreuses, dans le district de Ta Tsien Lou (des tufs calcaires et une source salée abondante s'observent près du col de Kla Gou La; cote 3900).

Le cuivre est abondant. L'or est recueilli en paillettes au bord des cours d'eau; il a été reconnu dans des filons quartzeux, exploités par les Chinois depuis quelques années à l'aide d'un matériel venu d'Amérique. Le platine se recueille, en même temps, en paillettes; les Thibétains y attachent peu d'importance; ils ne le ramassent que parce que, depuis peu, la vente en est facile à Ta Tsien Lou; les quantités ainsi récoltées sont infimes. Un Français, M. Auffret, a trouvé du mercure à Ho Keou, sur le Ya-Long.

La tectonique paraît extrêmement compliquée; dans l'ensemble un fait se dégage nettement, le plongement des masses métamorphiques vers l'Est (50° à 60° en moyenne); il s'observe dans la boucle du Ya-Long et 2° plus au Nord jusqu'à Ta Tsien Lou; il est très manifeste dans tout le bassin du Yue-Si; au Nord comme au Sud, grès et schistes charbonneux, cipolins, tout plonge vers l'Est de 30° à 40°. Seuls les schistes cristallins, dans les bassins du Ya-Long et du Nyan-Ning, font exception et sont souvent complètement redressés; quand ils ne le sont pas, ils s'associent au sens et au degré d'inclinaison générale.

D'anciennes moraines s'observent dans ce massif, par exemple à Pong Gho Rho, s'étendant en gradins réguliers de 4000^m à 4684^m. Les roches moutonnées et striées sont généralement d'un volume considérable, à partir de 4300^m, à mesure qu'on s'élève.

A l'heure actuelle, on ne trouve plus de glaciers qu'à partir de 5500^m,

---

(¹) A. Legendre et Paul Lemoine, *Les grandes lignes de la géologie du pays lolo* (*Bull. Muséum Hist. natur.*, 1910).

limite approchée des neiges permanentes. Nous avons franchi, fin mai et premiers jours de juin, sur une très mince couche de neige fondante, des chaînes au-dessous de 5000^{m} que Johnston avait traversées fin avril dans d'épaisses couches qu'il avait cru permanentes, ce qui n'est point.

La végétation de cette partie du Ya-Long est fort intéressante et présente un énorme développement, surtout au sud du 29°. C'est toujours la forêt d'une densité et d'une puissance rares. Les conifères et les cupulifères couvrent le fond des vallées, les pentes et les cimes jusqu'à 4300^{m}. A cette altitude, les sapins argentés ont encore 10^{m} de haut et les rhododendrons, hauts de 3^{m} à 4^{m}, sont en fleurs, fin mai, à la cote 4400^{m}. J'ai observé un genévrier buissonneux à 4700^{m}.

Dans les vallés, par 3300^{m} sur les terrasses alluvionnaires, des céréales (blé, orge, avoine) poussent bien et arrivent à maturité dès juillet. Le maïs croît lui aussi, parfaitement, sur les roches granitiques ou métamorphiques et mûrit jusqu'à 3500^{m} et 3700^{m} suivant l'exposition.

Cet énorme massif n'a donc nullement l'aspect désolé qu'on aurait pu supposer d'après sa grande élévation ; au contraire, il est d'une incomparable beauté par la puissance de ses chaînes et l'étonnante vigueur de sa végétation.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 janvier 1912.

Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Londres et à Cambridge du 21 au 29 septembre 1909, publiés par H.-G. van de Sande Bakhuyzen; IIIe Volume : *Rapport spécial sur les mesures relatives de la pesanteur;* avec 2 cartes. Berlin, Georg Reimer, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse; t. VIII. Renfermant une partie des travaux exécutés de 1898 à 1905 sous la direction de M. B. BAILLAUD, publié par M. E. Cosserat. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, Édouard Privat, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté en hommage par M. B. Baillaud.)

Hommage à Louis Olivier. Paris, Louis Maretheux, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. L. Lecornu.)

Précis de diagnostic chimique, microscopique et parasitologique, par JULES GUIART et L. GRIMBERT; troisième édition, revue et augmentée. Ouvrage couronné par l'Institut. Paris, J. Lamarre et Cie, 1912; 1 vol. in-12. (Hommage des auteurs.)

Assainissement des villes. Annuaire statistique international des installations d'épuration d'eaux d'égouts au 1er juillet 1911, avec les lois et règlements en vigueur au sujet de cette question d'assainissement dans la plupart des pays, par B. BEZAULT. Paris, Masson et Cie, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Nuevos metodos para resolver ecuaciones numericas, por JOSE ISAAC DEL CORRAL. Madrid, 1912; 1 vol. in-8°.

Sur l'établissement des principes fondamentaux de la gravito-matérialitique, par ERNEST SOLVAY. Bruxelles, G. Bothy, 1911; 1 vol. in-8°.

Gli integrali generali del moto del bipendolo, per ADOLFO VENTURI. Palerme, 1911, 1 fasc. in-4°.

Historia sismica de los Andes meridionales, por FERNANDO DE MONTESSUS DE BALLORE; Parte I. Santiago du Chili, impr. Cervantes, 1911; 1 vol. in-8°.

Anuario del Observatorio de Madrid, para 1912. Madrid, Bailly-Baillière, 1911; 1 vol. in-12.

Observatorio de San Fernando. *Carta fotografica del Cielo.* Zona — 5°, Hojas nos 135, 139, 140, 145, 149, 150, 153, 158, 163 y 166; Zona — 9°, Nos 28, 35, 107, 115, 116, 120, 123, 126, 132 y 133. Paris, heliog. et impr. L. Schutzenberger; 20 feuilles in-plano.

Comité géologique. *Carte géologique détaillée du bassin houiller de Donetz*, d'après les explorations faites sous la direction de L. LOUTOUGUINE; *Atlas:* feuille VII-25, dressée par P. STEPANOV et L. LOUTOUGUINE, 1909; et feuille VII-26 dressée par STEPANOV et E. KRUG, 1911; — *Texte :* Description de la feuille VII-25 : *Partie orientale de la cuvette de Bokovo. Région des stations Chtchetowpost et Kartouchino* (Youskino) *du chemin de fer Ekaterininskaïa*, par P. STEPANOV. — Description de la feuille VII-26 : *Partie occidentale de la cuvette de Doljansk. Région des villages Rovenki et Nagolnoïé*, par P. STEPANOV. Saint-Pétersbourg, 1910-1911; 2 fasc. in-f° et 2 fasc. in-8°.

Société de Géographie de Finlande. *Atlas de Finlande*, 1910; nouvelle édition entièrement refondue et élargie. Helsingfors, 1911; texte, 2 vol. in-8°; *Atlas*, 1 vol. in-f°. (Hommage de la Société de Géographie de Finlande.)

Commissao geographica e geologica do Estado do S. Paulo. *Estado de S. Paulo. Brazil;* folha de *Franca.* 1 feuille in-plano.



N° 4.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 22 Janvier 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 4.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 5 (29 Janvier 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture de la lettre suivante :

Paris, le mardi 23 janvier 1912.

Monsieur le Président et cher Confrère,

L'Académie des Sciences dans sa séance d'hier a manifesté le désir qu'elle avait de venir en aide à la Faculté française de Médecine de Beyrouth ; je viens donc mettre à sa disposition la somme de trente-cinq mille francs en lui demandant de vouloir bien l'attribuer à cette Institution. Je suis heureux de la circonstance qui me permet d'être utile à une Faculté française qui représente si dignement et si utilement les sciences médicales dans les pays d'Orient.

Veuillez agréer, Monsieur le Président et cher Confrère, l'assurance de mes dévoués sentiments.

Roland Bonaparte.

M. le **Président** ajoute :

L'Académie aura donc à délibérer en Comité secret sur les suites que comporte l'offre généreuse du Prince Roland Bonaparte. Elle se formera en Comité secret après la séance publique.

Mais, dès à présent, je suis certain d'être son interprète en adressant à notre Confrère le Prince Roland Bonaparte nos plus chauds remercîments. L'Académie lui sera particulièrement reconnaissante de la délicate pensée qu'il a eue de l'associer à cette nouvelle et importante libéralité.

GÉODÉSIE. — « *Grandeur et figure de la Terre* », *Ouvrage jusqu'ici inédit de Delambre*. Note de M. G. **Bigourdan**.

Delambre laissait, à sa mort, deux Ouvrages inédits : l'*Histoire de l'Astronomie au XVIIIe siècle* et une Histoire de la mesure de la Terre.

Le premier de ces Ouvrages fut publié en 1827 par L. Mathieu qui, en même temps (p. v de la *Préface*), annonça la mise sous presse du second. Mais ce dernier projet ne fut pas suivi d'exécution.

Plusieurs raisons cependant paraissaient rendre désirable la publication de ce second Ouvrage, et en particulier la compétence spéciale de l'auteur de la *Base du système métrique*.

L'occasion de le faire connaître se présenta lorsque le Gouvernement français décida la révision de l'arc de méridien de Quito. M. H. Poincaré voulut bien accueillir alors, dans le *Bulletin astronomique*, la partie du manuscrit où Delambre fait l'analyse critique de la mesure du même arc, exécutée au XVIIIe siècle sous les auspices de l'ancienne Académie des Sciences.

Plus tard on publia de même ce qui est relatif à la mesure de la méridienne de France, faite à la fin du XVIIIe siècle pour la détermination du mètre. Enfin, depuis, tout ce qui restait a été imprimé spécialement, et c'est ainsi que l'Ouvrage complet paraît aujourd'hui.

Dans cet Ouvrage, Delambre a suivi la même marche que dans ses précédents ouvrages historiques : les Livres et Mémoires relatifs au sujet traité sont tous passés en revue, autant que possible dans l'ordre chronologique, et analysés d'une manière serrée, très profitable au lecteur. Parfois même on pourrait attribuer à l'auteur une sévérité exagérée, si tous ceux qui l'ont approché ne nous le peignaient comme essentiellement bon.

J'ai ajouté des Notes explicatives, des Cartes qui faisaient entièrement défaut, et des Tables qui, je l'espère, suppléeront pour le lecteur aux divisions générales dont manque le manuscrit.

Cet Ouvrage conduit le lecteur jusque vers 1820; aussi, les opérations géodésiques faites en France ou par des savants français y tiennent la plus grande place, car, jusque vers la fin du XVIIIe siècle, les travaux de ce genre n'avaient pris à l'étranger qu'un développement relativement restreint.

MINÉRALOGIE. — *Les laves du volcan actif de la Réunion.* Note de M. **A. Lacroix.**

Les laves du Piton de la Fournaise ([1]) présentent un intérêt exceptionnel pour la discussion de quelques questions théoriques concernant les magmas basiques; elles le doivent à la grande fluidité que possède le magma au moment de son émission. Ces laves sont de nature basaltique ([2]), mais il est possible d'y reconnaître deux types distincts; l'un, qui est prédominant, est caractérisé macroscopiquement par l'existence d'une faible quantité de phénocristaux d'olivine, alors que l'autre renferme environ 40 pour 100 de cristaux du même minéral, atteignant jusqu'à 5^{mm} de diamètre. Il est possible que ce type très péridotique constitue, à lui seul, des coulées spéciales ([3]), mais je n'en ai pas la preuve; d'ordinaire, il n'est qu'un accident minéralogique du type précédent au milieu duquel il forme de très grandes traînées (Schlieren); c'est tout au moins le cas réalisé dans les coulées de 1889, de 1897 (Grand-Brûlé) et dans celle de 1903 (au pied de la Plaine des Osmondes). Le type normal est un basalte banal, ne renfermant comme minéral intratellurique, au moins en proportion notable, que de l'olivine; son intérêt réside dans l'abondance des formes vitreuses, qui permettent de suivre pas à pas le développement de la cristallinité et notamment l'ordre de consolidation des minéraux. Ces formes vitreuses, ces *hyalobasaltes*, très caractéristiques du volcan de la Réunion, constituent tous les matériaux fins de projection, les bombes et les larmes étirées des bords du cratère et des fentes; elles forment aussi les laves du pourtour du cratère, la plupart des petites coulées bavant des cônes de lave dont est parsemée la surface de certaines grandes coulées; il faut enfin leur rapporter la croûte superficielle écailleuse des laves cordées et généralement le remplissage des fissures de celles-ci.

Ces hyalobasaltes ont l'apparence d'un verre noir, continu ou bulleux, transparent

([1]) *Comptes rendus,* 22 janvier 1912, p. 169.

([2]) La première description microscopique des laves de la Réunion est due à M. Ch. Vélain (*Passage de Vénus*, *Mission de Saint-Paul*, t. II, 2e Partie, 1876).

([3]) Il y aurait grand intérêt, lors des prochaines éruptions, à suivre minutieusement, à ce point de vue, la production des différents courants de lave; la superposition et l'enchevêtrement des coulées dans le Grand-Brûlé rendent en effet cette recherche incertaine dans les laves des éruptions passées.

et jaune en lames minces; mais ils renferment toujours au moins des traces de cristallites ou de microlites d'augite et de labradors, avec, suivant les cas, une quantité variable de phénocristaux de dimensions souvent réduites. Il est important de noter l'absence complète de la magnétite dans toutes ces roches vitreuses; ce minéral n'est donc jamais d'origine intratellurique dans les laves étudiées. Je suis arrivé déjà à la même conclusion par l'étude des basaltes de l'éruption de 1908 à l'Etna.

Quand les microlites deviennent plus nombreux, et surtout dans les petites coulées superficielles et les veines, ils servent fréquemment de centre d'attraction à des sphérolites bruns, à fibres très serrées, paraissant de nature pyroxénique. Enfin, lorsque, par le progrès de la cristallisation due à un refroidissement plus lent, le verre de prédominant devient accessoire, on voit apparaître une grande quantité de microlites (souvent palmés) de pyroxène, et c'est alors seulement que cristallise la magnétite, soit en individus distincts, soit en cristallites englobés par l'augite ou obscurcissant ce qui reste de verre. Ces deux minéraux sont souvent postérieurs aux derniers feldspaths formés; ils moulent ceux-ci, ainsi que le fait aussi parfois un peu de péridot microlitique; cette tendance à l'ophitisme est réalisée encore plus nettement dans les blocs à structure doléritique rejetés jadis à l'état de bombes vulcaniennes par le cratère Bory.

Le second type de lave se distingue du précédent par l'abondance de ses énormes cristaux d'olivine à formes nettes, souvent maclés suivant $m(110)$, parfois corrodés; ils renferment d'une façon constante des grains de magnétite manquant au péridot du basalte normal. Quant à la pâte microlitique, elle offre toutes les particularités signalées plus haut, le péridot en petits grains y est seulement plus fréquent : en outre, à conditions de consolidation égales, elle est en général plus cristalline. Je n'ai pas trouvé de formes essentiellement vitreuses.

Je me suis attaché à l'étude méthodique de la composition chimique de ces diverses laves, afin de chercher à vérifier ou à infirmer une hypothèse émise autrefois à leur sujet; l'abondance des laves vitreuses au sommet de la montagne et la cristallinité plus grande de certaines de celles de sa base, qui n'avait pas échappé aux anciens observateurs, a fait penser à quelques-uns que la composition chimique des matériaux épanchés par le cratère est différente de celle de la lave émise par les fissures latérales, cette dernière étant plus basique (¹); en d'autres termes, pour parler le langage moderne, si cette hypothèse était vérifiée, on aurait la preuve

(¹) M. Vélain a attribué 48,98 pour 100 de SiO^2 au type le plus basique et 52,47 pour 100 aux laves vitreuses du cratère terminal; le premier de ces nombres, comme on va le voir, correspond à la composition du type normal; je ne pense pas qu'il existe dans le volcan aucune roche plus riche en silice.

d'une différenciation effectuée *dans la cheminée* de la montagne volcanique.

Je donne ci-dessous une série d'analyses effectuées par M. Boiteau sur des échantillons, que j'ai recueillis de façon à représenter toutes les conditions possibles de sortie et de mode de consolidation.

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	CaO.	Na^2O.	K^2O.	TiO^2.	P^2O^5.	P. F.	Totaux.
a.....	47,97	14,57	1,90	9,65	7,03	12,23	2,25	0,94	2,87	0,34	0,09	99,84
b.....	47,70	14,84	1,77	9,89	8,33	11,88	2,06	0,93	2,40	0,37	»	100,17
c.....	48,52	14,28	2,06	9,60	7,03	12,54	2,40	0,80	2,71	0,29	»	100,23
d.....	48,26	14,74	2,49	8,95	6,76	12,39	2,38	0,90	2,81	0,44	0,15	100,27
e.....	47,63	14,83	3,13	8,48	6,77	13,04	2,26	1,04	2,81	0,28	0,08	100,35
f.....	48,64	14,13	3,01	8,92	7,01	12,34	2,25	0,81	2,61	0,35	0,08	100,15
g.....	48,41	14,82	1,72	9,83	7,11	12,02	2,16	0,85	2,87	0,39	»	100,18
h.....	48,68	15,70	1,81	9,75	6,08	11,64	2,32	0,88	2,68	0,46	0,10	100,10
i......	46,91	13,30	2,14	9,56	9,19	11,39	1,84	0,92	2,75	0,36	1,44	99,80
j.....	48,22	14,74	2,24	9,38	7,01	12,26	2,23	0,89	2,72	0,36	0,06	100,11
k.....	43,82	10,10	2,98	10,44	20,89	7,66	1,44	0,62	2,07	0,21	0,02	100,25
l.....	44,10	9,59	3,11	10,36	20,51	8,21	1,52	0,62	2,07	0,26	»	100,35
m....	43,96	9,84	3,04	10,40	20,70	7,93	1,48	0,62	2,07	0,23	0,01	100,28

Type normal. — *a* à *c*. Laves anciennes de l'Enclos Fouqué : *a*, paroi *très cristalline* d'un petit cratère de lave; *b*, petite coulée *vitreuse* bavant de celui-ci; *c*, veine *vitreuse*, remplissant une fissure de la même coulée à 1^{km} environ du gisement des échantillons précédents.

d. Lave de 1863, *assez riche en verre* (extrémité de la coulée).

e. Lave de 1905, plus *cristalline* que la précédente (pied de la Plaine des Osmondes).

f et *g*. Lave de 1909 : *f*, coulée très *cristalline*; *g*, excroissance *vitreuse* à la surface de celle-ci (Plaine des Osmondes).

h. Petite bombe *vitreuse*, en forme de larme, des bords d'une fente horizontale au-dessous du cratère terminal.

i. Mélange de Cheveux de Pelé et de gouttelettes *vitreuses*.

j. Moyenne des huit premières analyses.

Laves très riches en péridot. — *k*. Lave de 1897 (bords de la route du Grand-Brûlé).

l. Lave de 1903 (pied de la Plaine des Osmondes).

La comparaison des analyses du type normal *a* à *j* conduit aux conclusions suivantes :

1° Le degré de cristallinité est indépendant de la composition chimique; il n'est donc lié qu'aux conditions de la cristallisation. 2° La composition chimique ne change pas au cours d'une même éruption (sous la réserve faite plus loin); dans une même coulée, les produits du début de l'épanche-

ment constituant la carapace superficielle des tunnels, puis les laves qui, plus tard, ont parcouru ceux-ci et injecté leurs fentes (analyses *a* à *c*, *f* et *g*) ont la même composition. 3° Il n'existe pas de différence de composition entre les portions du magma déversées par le cratère et celles épanchées par des fentes d'altitude quelconque ([1]). L'hypothèse énoncée plus haut n'est donc pas admissible. Enfin ([2]), 4° le même type de magma est fourni par le Piton de la Fournaise depuis une longue série de siècles.

Ce basalte appartient, dans la classification chimicominéralogique à l'*auvergnose* [III. 5 4.3-4].

Le type à gros cristaux de péridot en diffère beaucoup au point de vue chimique ; dans cette même classification, il se rapporte à la *custérose* [IV. 1(4). 1(1). 2.], mais à sa limite avec l'auvergnose.

C'est une roche exceptionnelle et, parmi les types pétrographiques connus dans d'autres volcans modernes, on ne peut guère en rapprocher que certaines des roches de Tahiti, que j'ai récemment décrites. Elle doit être considérée comme une *picrite feldspathique* plutôt que comme un basalte.

Les analyses *k* à *m* font voir qu'elle diffère de la roche précédente par la prédominance considérable de la magnésie, la très faible augmentation du fer et la diminution corrélative de tous les autres éléments. Mais, sous ces différences, se cachent des analogies remarquables : le rapport des alcalis $\left(\frac{K^2O}{Na^2O}\right)$ est presque le même [0,25 (en molécules) pour le type normal et 0,28 pour la picrite]; le rapport $\frac{K^2O + Na^2O}{(CaO)'}$, [CaO' = chaux feldspathisable], est le même (0,45 dans les deux roches), ce qui se traduit minéralogiquement par l'identité du plagioclase (labrador à 54 pour 100 de An.), qui existe en proportion variable dans les deux roches.

Le calcul permet de constater la presque identité du rapport de ce plagioclase au pyroxène (1,9 et 2), ce qui revient à dire que la picrite ne diffère minéralogiquement du basalte que par l'addition d'une grande quantité de péridot (40 pour 100 au lieu de 6).

Deux hypothèses viennent à l'esprit pour expliquer les relations géné-

---

([1]) Les analyses données plus haut ont été complétées par le dosage de la silice dans d'autres échantillons prélevés à l'orifice de fentes d'altitude variée. On peut ajouter en outre que les éruptions excentriques de 1774, 1778, 1800, dont les fentes se trouvent à basse altitude, ont fourni ce même type de lave.

([2]) On voit, par ces analyses, que le hyalobasalte est une véritable obsidienne basique, puisqu'il est sensiblement anhydre.

tiques de ces roches. Le magma commun a pu devenir hétérogène par suite de la rencontre en profondeur et de l'assimilation d'une roche grenue à olivine; cette hypothèse pourrait s'appuyer sur l'existence de blocs de dunite parmi les produits de projection du cratère Bory et des cônes de la Plaine des Sables, mais on peut objecter qu'il faudrait admettre en outre une dissolution complète de cette péridotite, suivie d'une recristallisation, puisque l'olivine de la picrite est toujours automorphe et renferme des inclusions de magnétite, qui n'existent pas dans l'olivine de ces blocs de péridotite; d'autre part, je n'ai rencontré aucune enclave de dunite dans les roches qu'il s'agit d'expliquer.

La seconde hypothèse consiste à faire intervenir une différenciation du magma analogue à celle que M. Harker a discutée dans le cas d'autres roches. Les cristaux d'olivine se seraient formés dans le magma à haute température, puis seraient tombés sous l'influence de la gravité dans le fond du réservoir souterrain, qui se serait ainsi progressivement enrichi en orthosilicates; cette hypothèse rendrait compte de la netteté des grandes dimensions des cristaux, formés lentement et librement dans un magma très fluide, et en même temps des phénomènes de corrosion explicables par un changement dans les conditions du milieu. Elle est plus satisfaisante que la précédente, car la formation de ces picrites ne constitue pas un simple accident local : elle paraît être un processus normal, réalisé non seulement dans beaucoup de coulées du Piton de la Fournaise, mais encore dans le massif plus ancien de l'île où se rencontrent de nombreux filons de ces roches (cirques de Cilaos, de Salazie et de Mafatte).

En résumé, l'existence de cette picrite, sous forme de traînées dans des coulées de basalte normal et peut-être sous forme de coulées distinctes alternant avec les précédentes, constitue l'une des caractéristiques du volcan de la Réunion. La production de celles-ci est indépendante de l'altitude de leur point de sortie; par suite, sa cause, quelle qu'elle soit, doit être cherchée *au-dessous* et non pas *dans* l'intérieur de la montagne volcanique.

Il me reste à m'occuper des stalactites et des stalagmites de lave, dont il a été question dans ma Note précédente. Leur existence implique que le magma possédait encore une certaine fluidité au moment de leur production; celui-ci devait donc se trouver encore riche en matière vitreuse, et l'on pouvait *a priori* s'attendre à les trouver constituées par des types de hyalobasalte. Il n'en est rien cependant; leur cassure montre une cristallinité très grande et généralement supérieure à celle de la moyenne des laves

constituant les coulées. Lorsqu'elles sont bulleuses, les parois de leurs cavités sont tapissées de cristaux macroscopiques.

Les stalactites de gros diamètre ont un aspect extérieur assez régulier, elles ne possèdent ni une composition minéralogique ni une structure spéciales; elles représentent une forme très cristalline de la roche ambiante, avec une tendance à la structure doléritique.

Les stalagmites ainsi que les longues et grêles stalactites contournées et variqueuses, au contraire, possèdent des particularités spéciales; leur surface est formée par une zone de magnétite, supportant des cristaux d'augite généralement enveloppés dans de grandes lames de plagioclases. A mesure que l'on se rapproche de l'axe de la pièce, la dimension des minéraux augmente, soit que la cristallisation du magma ait été totale, soit qu'elle ait laissé un résidu vitreux; dans ce dernier cas, les plagioclases ont de grandes formes cristallitiques. Plagioclases et augite possèdent des contours nets et ont cristallisé simultanément; les associations ophitiques sont fréquentes. La magnétite, très abondante, constitue de gros octaèdres à faces creuses et des assemblages d'octaèdres enfilés suivant leurs axes quaternaires. Bien que ces stalactites ne diffèrent pas chimiquement de la roche normale, à l'inverse de celle-ci, elles sont dépourvues d'olivine; cela tient sans doute à ce que leur consolidation résultant d'une prise en masse du magma (structure doléritique), la petite quantité de péridot virtuel que le calcul met en évidence dans la composition de celui-ci a pu rester à l'état de solution solide, soit dans le pyroxène, soit dans le résidu vitreux, tandis que, dans le cas de la consolidation progressive (à des températures décroissantes) réalisée dans les coulées, les conditions favorables à la cristallisation de l'olivine avant celle des métasilicates ont été réalisées.

La cause de la haute cristallinité de ces stalactites ne doit être cherchée que dans un recuit (1) favorisé par la persistance des courants de lave traversant le tunnel; leur immobilité a permis l'orientation des cristaux et la production de la structure doléritique, impossible dans un magma en mouvement.

Ces particularités de structure et l'explication que je viens d'en donner peuvent être généralisées; elles paraissent communes à toutes les stalactites de laves basaltiques, autant qu'il est possible d'en juger par la descrip-

(1) Ces stalactites sont souvent garnies d'un enduit de petits octaèdres de magnétite, qui leur donne un éclat métallique; l'augite de leur périphérie possède fréquemment une couleur jaune d'or d'origine secondaire. Ce sont les seules particularités qu'il soit possible d'attribuer à l'action de fumerolles.

tion de celles de Hawaï, donnée par MM. J. et Edw. Dana et par l'examen de celles des Canaries que je dois à MM. E. H. Pacheco (I. Lanzarote) et F. Navarro (I. Hierro).

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse totale de Lune du 16 novembre 1910.* Note de M. **Ch. André.**

Dans le Résumé qui a été présenté à l'Académie (*Comptes rendus*, n° 21, p. 913) de nos observations de l'éclipse totale de Lune du 16 novembre 1910, on a donné les heures d'occultation de trois étoiles non cataloguées, que nous avons appelées anonymes (1), (2) et (3) et dont il y avait lieu de déterminer ultérieurement les positions.

Ces positions les voici, pour 1910,0 :

	α.	δ.	Grandeur.
(1).............	$3^h.24^m.18^s,77$	$+18°.36'.44'',7$	10^m
(2).............	3.24.46,21	+18.32. 5,4	10
(3).............	3.25. 9,24	+18.42.40,5	10

M. **W. Kilian** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Les formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M *Davidson*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 45,

MM. Hildebrand Hildebrandsson obtient	39 suffrages
William Moris Davis obtient....	5 »
Albert Penck »	1 suffrage

M. **Hildebrand Hildebrandsson**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Royale des Sciences de Berlin** propose de mettre à l'ordre du jour de la réunion générale de l'Association internationale des Académies, qui doit avoir lieu à Saint-Pétersbourg en 1913, la question suivante : « Comment pourrait s'établir une entente internationale pour le développement des études volcaniques et quelle organisation y aurait-il à créer dans ce but ? »

M. **Pozzi** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Lannelongue*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° R. Accademia delle Scienze di Torino. *Onoranze centenarie internazionali ad* Amedeo Avogadro, 24 settembre 1911.

2° *La résistance des pieux; théorie et application*, par M. J. Benabenq. (Présenté par M. J. Boussinesq.)

3° Jean Escard. *Les lampes électriques à arc, à incandescence et à luminescence.* (Présenté par M. Branly.)

4° *Communicações da* Commissao do Serviço geologico de Portugal. Tomo VIII : *Étude sur les fossiles des schistes à néréites de San Domingos et des schistes à néréites et à graptolites de Barrancos*, par J. F. Nery Delgado; *Études sur le séisme du Ribatejo du* 23 avril 1909, par Paul Choffat et Alfred Bensaude.

5° *Deuxième expédition antarctique française* (1908-1910), commandée par le Dr Jean Charcot : *Gastropodes prosobranches, scaphopodes et pélécypodes*, par Ed. Lamy; *Amphineures* par Joh. Thiele; *Annélides polychètes*, par Ch. Gravier; *Observations météorologiques*, par J. Rouch. (Présenté par le Prince Roland Bonaparte.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de* 1911. Note de M. J. **Guillaume.**

Il y a eu 74 jours d'observations dans ce trimestre et l'on en déduit les principaux faits suivants :

Taches. — Par rapport aux résultats précédents (*Comptes rendus*, t. 153, p. 754), les groupes de taches ont diminué des deux tiers en surface et d'un tiers en nombre : on a enregistré, effectivement, 221 millionièmes au lieu de 726, et 13 groupes au lieu de 18.

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on a noté 8 groupes en moins au sud (6 au lieu de 14), et 3 en plus au nord (7 au lieu de 4).

De même qu'en juin, aucune tache n'a été observée dans l'hémisphère austral pendant le dernier mois du troisième trimestre. A cet égard, on a constaté l'absence de taches dans 42 des jours d'observations, d'où il résulte un nombre proportionnel trimestriel de 0,57 contre 0,39 obtenu précédemment.

Régions d'activité. — Les groupes de facules ont diminué d'un quart en nombre et de la moitié en surface : on a, en effet, 55 groupes et 26,2 millièmes au lieu de 74 groupes et 51,3 millièmes.

La production de ces phénomènes reste plus active au sud de l'équateur qu'au nord, avec 33 groupes dans l'hémisphère austral contre 22 dans l'autre hémisphère; précédemment on avait, respectivement, 55 et 19 groupes.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1911. — 0,60.			
29-30	2	3,8	−13		8
30- 4	3	4,6		+1	6
11-15	5	15,4		+7	17
29	1	25,6	−2,5		6
25	1	25,9		+3	2
24-26	3	29,1	−11		3
29	1	29,2	−6		5
	27 j.		−8°,1	+3°,7	
		Août. — 0,52.			
1	1	4,8	−12		6
		Août (*suite*).			
4-11	7	10,4	−12		50
16-17	2	12,7		+0	10
16	1	17,3		+5	10
	25 j.		−12°,0	+2°,5	
		Septembre. — 0,59.			
31- 9	9	6,7		+6	95
22	1	21,8		+9	3
	22 j.		»	+7°,5	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1911.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	»	»	»	»	4	4	3	3	»	»	»	»	7	47
Août........	»	»	»	2	»	2	2	2	»	»	»	»	4	76
Septembre..	»	»	»	»	»	0	2	2	»	»	»	»	2	98
Totaux....	»	»	»	2	4	6	7	7	»	»	»	»	13	221

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1911	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Juillet......	5	»	1	4	5	15	12	8	3	»	»	1	27	11,8
Août........	»	»	1	3	4	8	5	3	2	»	»	»	13	7,5
Septembre..	»	»	»	4	6	10	5	3	1	»	»	1	15	6,9
Totaux...	5	»	2	11	15	33	22	14	6	»	»	2	55	26,2

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la formation des cirques lunaires, d'après les expériences de C. Dauzère.* Note de M. **Henri Bénard**, présentée par M. H. Deslandres.

Lors de mes recherches sur les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide, j'ai montré (¹) que si le liquide se refroidit très lentement, « la solidification superficielle commence aux sommets ternaires du réseau polygonal, se propage plus vite le long des côtés; puis enfin, dans chaque polygone, de la périphérie vers le centre », de sorte que les dernières courbes de solidification isochrone forment des cercles concentriques évanouissants : la dernière région qui demeure liquide occupe le centre du polygone, c'est-à-dire le point d'affleurement des filets liquides ascendants qui se meuvent suivant l'axe même de la cellule. Depuis lors, M. C. Dauzère (²) a étudié avec grand soin le relief superficiel qui se forme lors de cette solidification et qui demeure comme un témoin définitif de la structure antérieure du liquide figé.

(¹) *Revue générale des Sciences*, t. XI, 1900, p. 1349, en note.
(²) *Journ. de Phys.*, t. VI, 1907, p. 896.

Les types des reliefs très saisissants qu'a observés M. Dauzère varient suivant les liquides; il a de suite signalé que certains rappellent l'aspect des cirques lunaires ([1]). Je décrirai, d'après les clichés et les plaques solidifiées qu'il m'a confiés, le relief que donne la myricine extraite de la cire d'abeilles. De la périphérie au centre, on observe à la surface d'une cellule représentée en coupe dans la figure 1 (on y voit la circulation interne du liquide non encore solidifié, telle que je l'ai décrite) :

1° Une crevasse S très étroite, dessinant le contour polygonal de la cellule; elle peut manquer parfois, ou, au contraire, exister seule (M. Dauzère a montré que les plans verticaux correspondants sont des plans de clivage facile ou même spontané de la plaque solidifiée);

2° Un bourrelet B_1, en forme de polygone à angles émoussés, très peu saillant, à pentes douces, très étalé, souvent peu apparent;

3° Un second bourrelet B_2, formant un rempart très saillant, très abrupt, surtout à l'intérieur, où il présente parfois des gradins étagés : c'est le cirque lunaire proprement dit, remarquablement circulaire; son diamètre est très variable (de 0,2 à 0,8) par rapport à celui de la crevasse polygonale circonscrite S; les plus petits sont les plus rigoureusement circulaires;

4° Un piton P, moins élevé que le rempart B_2, occupe le centre de la dépression; parfois, c'est un mamelon rond, régulier, parfois une montagne ravinée en étoile, parfois un pic gémellé.

Aucune théorie complètement satisfaisante n'a jamais été donnée du relief lunaire : il suffit ici de renvoyer aux critiques détaillées de M. P. Puiseux ([2]). Il me semble que tous les faits mis en lumière par les belles études de ce sélénographe découlent de la formule suivante : *le relief lunaire provient de la solidification d'une nappe liquide, siège d'une circulation convective qui la divisait entièrement en tourbillons cellulaires prismatiques polygonaux* ([3]) analogues à ceux que j'ai étudiés.

On sait en effet qu'un trait saillant du relief lunaire est l'existence d'un réseau polygonal de crevasses et de digues rectilignes, encadrant les cirques et souvent tangentes à leurs remparts. M. P. Puiseux conclut (*loc. cit.*, p. 162) que « la croûte solide

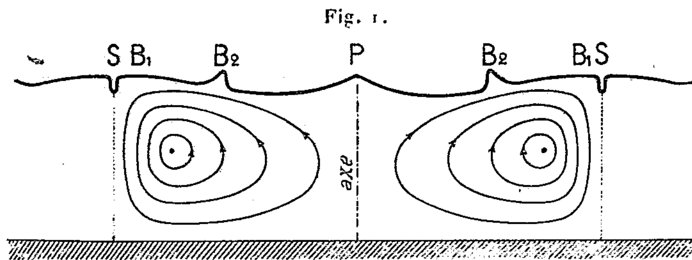
---

([1]) Il faut rappeler aussi les analogies signalées par M. Deslandres, en 1899, entre les polygones lunaires et les polygones de ses images solaires et, en 1909, entre les polygones solaires précédents et les tourbillons cellulaires polygonaux observés par moi dans les liquides (*Comptes rendus*, t. 129, 1899, p. 1225, et t. 149, 1909, p. 493; et *Annales de l'Observatoire de Meudon*, t. IV, Chap. VI).

([2]) *La Terre et la Lune*. Paris, Gauthier-Villars; 1908.

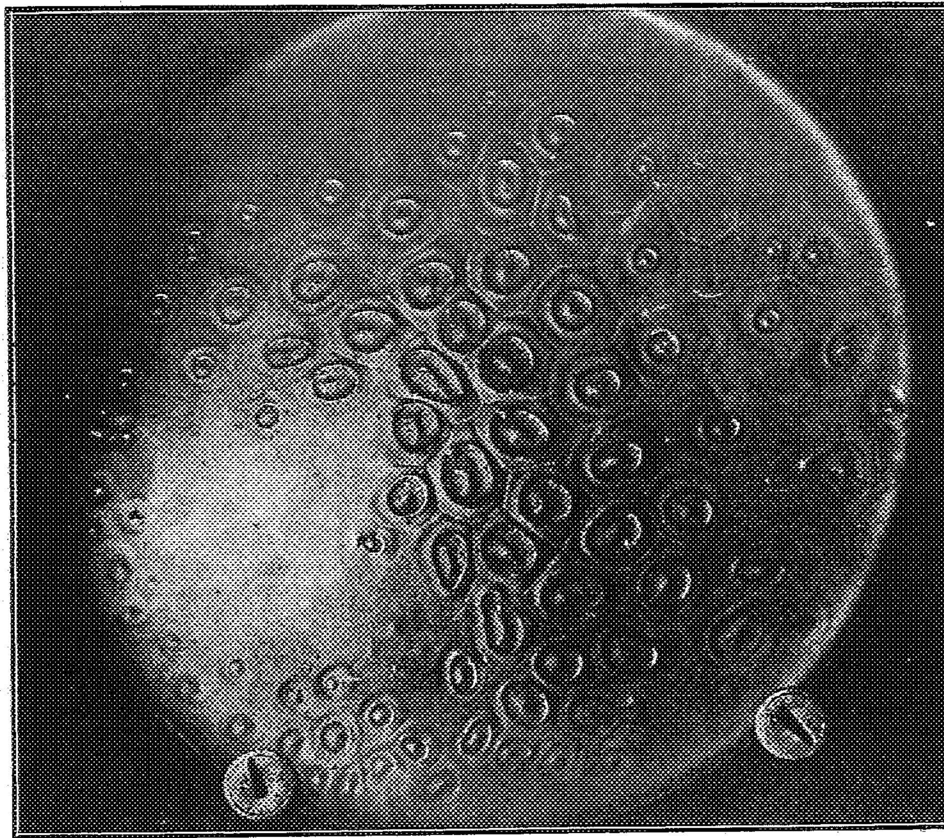
([3]) S'il est permis d'extrapoler la *loi de similitude* que j'ai découverte, une couche de cire de 30^{km} d'épaisseur donnerait des cirques lunaires grandeur nature. La couche liquide ultime aurait donc pu être relativement mince, conformément aux idées de Lord Kelvin; mais cette dernière conclusion n'est nullement nécessaire.

Fig. 1.



Coupe faite suivant l'axe de la cellule et qui montre la circulation interne des filets dans le liquide non encore solidifié.

Fig 2.



Reproduction d'une photographie de M. Dauzère qui montre l'aspect final de la surface de la cire d'abeilles après sa solidification.

Le réseau polygonal des crevasses S de la figure 1, qui correspondent au périmètre des tourbillons cellulaires de l'état liquide et, d'autre part, les cirques intérieurs des saillies B_2 et les pitons P du centre sont très apparents.

de la Lune, à l'époque la plus ancienne, a été constituée par un assemblage de cases polygonales juxtaposées et imparfaitement soudées ». La théorie que je propose explique non seulement les formes mêmes des cirques avec leurs pitons centraux et leurs remparts intérieurs étagés (Petavius), mais encore : la fréquence des cirques anguleux et en particulier hexagonaux (Ptolémée, Alphonse, Albategnius, Rhœtius, Janssen, etc.) ; le parallélisme des sillons et des digues rectilignes à un petit nombre d'orientations, toujours les mêmes ; les alignements, sur des étendues considérables, de nombreuses séries de cirques semblables, évidemment contemporains, de mêmes dimensions, et dont les côtés rectilignes sont parallèles (telle la série Walter, Aliacensis, Regiomontanus, Nonius et Blanchinus), etc.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les notions : droites parallèles et translation, et sur la Géométrie différentielle dans l'espace non euclidien.* Note de M. G. **Pick**.

Dans les *Comptes rendus* (t. 153, p. 1447) se trouve une Communication dont le but principal est de remplacer les formules de Frenet, pour l'espace elliptique à 16 équations, établies pour la première fois par M. Bianchi [1], par un système de 9 équations. Mais la transformation des formules de M. Bianchi, sous cette forme réduite, a déjà été publiée en 1900 par M. Fubini [2]. Je crois devoir constater ce fait, que j'ignorais en présentant ladite Communication à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques conséquences de l'hypothèse que la fonction* $\zeta(s)$ *de Riemann n'a pas de zéros dans le demi-plan* $R(s) > \frac{1}{2}$. Note de M. J.-E. **Littlewood**, présentée par M. Émile Picard.

Le théorème suivant a été trouvé d'une façon indépendante par plusieurs auteurs :

La série

$$f(s) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (s - s_0)^n \tag{1}$$

---

[1] *Sulle superficie a curvatura nulla in geometria ellittica* (*Ann. di Mat.*, t. XXIV).

[2] *Il parallelismo di Clifford sugli spazi ellittici* (*Annali della Scuola Norm. di Pira*, t. X).

étant convergente pour $|s - s_0| \leqq r_3$, *on a, pour*

$$r_1 \leqq r_2 \leqq r_3,$$

l'inégalité

$$[M(r_2)]^{\log\frac{r_3}{r_1}} \leqq [M(r_1)]^{\log\frac{r_3}{r_2}} [M(r_3)]^{\log\frac{r_2}{r_1}},$$

$M(r)$ *désignant le maximum de* $|f(s)|$ *sur la circonférence* $|s - s_0| = r$.

A l'aide de ce théorème je déduis de l'hypothèse de Riemann : $\zeta(s) \neq 0$ pour $R(s) > \frac{1}{2}$, la conséquence suivante :

$$\log\zeta(\sigma + it) = O\left[(\log t)^{2(1-\sigma)+\varepsilon}\right], \tag{2}$$

et même uniformément pour

$$\frac{1}{2} + \delta \leqq \sigma \leqq 1,$$

δ *et* ε *désignant des quantités positives, arbitrairement petites et indépendantes l'une de l'autre.*

Posons en fait

$$s_0 = \sigma_0 + it, \qquad r_1 = \sigma_0 - \left(1 + \frac{1}{2}\delta\right), \qquad r_2 = \sigma_0 - \sigma, \qquad r_3 = \sigma_0 - \frac{1}{2}(1 + \delta).$$

Alors on a, d'après des théorèmes connus concernant $\zeta(s)$, les relations

$$M(r_3) = O(\log t), \qquad M(r_1) = O(1),$$

et en appliquant (1) avec un choix convenable de σ_0, on obtient un résultat équivalent à (2).

Écrivons maintenant dans (2) $\varepsilon = \delta$: il en résulte

$$|\log\zeta(s)| < K(\log t)^{1-\delta}$$

et ainsi

$$|\zeta(s)| < e^{\log t\, K(\log t)^{-\delta}} = t^{K(\log t)^{-\delta}} = O(t^{\varepsilon}), \tag{3}$$

ε étant arbitrairement petit. D'une façon analogue

$$\left|\frac{1}{\zeta(s)}\right| = O(t^{\varepsilon}) \qquad \text{pour} \qquad \sigma > \frac{1}{2} + \delta. \tag{3'}$$

On en conclut, d'après un théorème connu, le résultat suivant :

Les séries de Dirichlet

$$\sum_{n=0}^{\infty} \mu(n)\, n^{-s} = \frac{1}{\zeta(s)} \tag{4}$$

et

(4)' $$\sum_{n=0}^{\infty} \lambda(n) n^{-s} = \frac{\zeta(2s)}{\zeta(s)}$$

convergent dans le demi-plan $R(\delta) > \frac{1}{2}$.

On a des résultats analogues pour des séries de Dirichlet de caractère plus général. Par exemple :

(5) *La droite* $\sigma = \alpha$ *étant la droite de convergence de la série* $f(s) = \Sigma a_n n^{-s}$, *alors, ou la fonction* $f(s)$ *a des singularités en tout domaine* $\sigma > \alpha - \delta$, *ou elle prend chaque valeur assignée une infinité de fois en tous ces domaines, ou enfin on a, en tous ces domaines et pour chaque valeur de* k,

$$\text{lim. sup.} |f(s) s^{-k}| = \infty.$$

Il reste encore à décider si cette dernière alternative n'est pas superflue et en quelle mesure l'exposant de la série de Dirichlet pourrait être généralisé.

Des raisonnements plus subtils m'ont conduit aux théorèmes suivants, dont le premier nous donne une forme plus précise de (2).

On a uniformément, pour

$$\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\log_2 t} \leqq \sigma \leqq 1,$$

la relation

(2)' $$\log \zeta(s) = \log \zeta(\sigma + it) = O\left[\left(\frac{\log t \log_2 t}{\log_3 t}\right)^{2(1-\sigma)} \log_3 t\right],$$

où

$$\log_2 t = \log \log t, \quad \ldots.$$

De plus (toujours basé sur l'hypothèse de Riemann)

(6) $$\log \zeta(1 + it) = \log[O(\log_2 t \log_3 t)],$$

de sorte que $\zeta(1 + it)$ *et* $\frac{1}{\zeta(1 + it)}$ *sont de la forme*

$$O(\log_2 t \log_3 t).$$

Si, au lieu de l'hypothèse de Riemann, nous supposons seulement que les abscisses des zéros de $\zeta(s)$ sont toutes $< \Theta < 1$, les théorèmes (2)', (3) et (3)' seront à remplacer par des théorèmes analogues, tandis que (6) reste inaltéré.

En me servant enfin d'un théorème de MM. Bohr et Landau, d'après

lequel $|\zeta(1+ti)| > K^{-1}\log_2 t$ pour *certaines* grandes valeurs de t, je déduis (l'hypothèse de Riemann étant vraie ou non) le théorème suivant :

(7) *Ou la fonction* $\zeta(s)$, *ou bien la fonction* $\zeta'(s)$ *a une infinité de zéros dans le demi-plan* $\sigma > 1-\delta$, δ *étant une quantité positive arbitrairement petite.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de formes quadratiques à quatre variables liées à la transformation des fonctions abéliennes.* Note de M. G. **Cotty**, présentée par M. G. Humbert.

1. En étudiant la transformation des fonctions abéliennes, Hermite a été amené à considérer les formes quadratiques

$$f = \Sigma a_{ij} x_i x_j \qquad (a_{ij} = a_{ji}),$$

le signe Σ s'étendant aux valeurs 0, 1, 2, 3 des deux indices i, j, et les coefficients a_{ij} étant liés par les relations

$$\begin{aligned}
a_{00}a_{33} - a_{03}^2 &= a_{11}a_{22} - a_{12}^2,\\
a_{00}a_{23} + a_{22}a_{01} - a_{02}(a_{03} + a_{12}) &= 0,\\
a_{11}a_{23} + a_{33}a_{01} - a_{13}(a_{03} + a_{12}) &= 0,\\
a_{00}a_{13} - a_{11}a_{02} - a_{01}(a_{03} - a_{12}) &= 0,\\
a_{22}a_{13} - a_{33}a_{02} + a_{23}(a_{03} - a_{12}) &= 0.
\end{aligned}$$

Le discriminant de f est égal à δ^2 en posant

$$\delta = a_{00}a_{33} + a_{01}a_{23} - a_{02}a_{13} - a_{03}^2.$$

Après avoir montré que ces formes possèdent une propriété les rapprochant des formes binaires, Hermite dit : « On peut isoler en quelque sorte les formes f des formes générales à quatre indéterminées, pour les comparer entre elles par les substitutions spéciales que nous avons définies (connues sous le nom de *transformations d'Hermite*). On pourra ainsi se poser sous ce point de vue, le problème de l'équivalence arithmétique de ces formes, établir la notion de classe, rechercher les rapports entre les classes distinctes qui correspondent à une même valeur de δ. » Hermite, qui utilise une propriété de ces formes f pour établir l'existence des fonctions Θ dans la transformation, revient, à la fin de son Mémoire sur la transformation

des fonctions abéliennes, sur ces formes et signale l'importance de leur étude (¹).

2. La méthode que nous avons employée pour traiter le problème tel qu'Hermite l'a posé, et que nous croyons nouvelle dans l'étude des formes quadratiques, consiste à utiliser les propriétés arithmétiques de l'espace réglé, deux systèmes de droites étant équivalents lorsqu'on passe de l'un à l'autre par une substitution homographique sur les coordonnées x_i, à coefficients entiers et de déterminant égal à 1. Adjoignant à la forme f la quadrique $f=0$, d'un espace où les coordonnées tétraédriques sont x_0, x_1, x_2, x_3, nous déterminons sur cette quadrique, un ensemble de droites jouissant de certaines propriétés arithmétiques et, de l'étude générale de l'équivalence de ces systèmes de droites, découle la solution des diverses questions relatives à l'équivalence et à la réduction des formes f.

3. A chaque forme f, adjoignons la forme binaire $\varphi(x, y)$ ainsi définie. Soit

$$\begin{matrix} A_1, & B_1, & C_1, & D_1, & E_1, \\ A_2, & B_2, & C_2, & D_2, & E_2, \end{matrix}$$

un système fondamental de solutions des équations

$$\begin{aligned} 2Da_{13} + 2Aa_{23} - Ba_{33} &= 0, \\ 2Ca_{01} - 2Ea_{02} + Ba_{00} &= 0, \\ Da_{01} - Ca_{13} + Aa_{02} + Ea_{23} - Ba_{03} &= 0. \end{aligned}$$

Posons

$$B_1^2 - 4A_1C_1 - 4D_1E_1 = \Delta_1; \qquad B_2^2 - 4A_2C_2 - 4D_2E_2 = \Delta_2;$$
$$B_1B_2 - 2(A_1C_2 + A_2C_1) - 2(D_1E_2 + E_1D_2) = \mathfrak{D}$$

et

$$\varphi(x, y) = \Delta_1 x^2 + 2\mathfrak{D}xy + \Delta_2 y^2.$$

La forme φ ne peut représenter que des nombres congrus à 0 ou à 1 suivant le module 4. Son discriminant est égal à δ à un facteur positif près, dépendant du p. g. c. d. des coefficients de f et de la primitivité propre ou impropre de f après division des coefficients par ce p. g. c. d.

Relativement aux formes φ, nous avons ce théorème :

Si deux formes f sont équivalentes, leurs formes binaires adjointes sont équivalentes (au sens donné à ce mot dans la théorie ordinaire des formes).

(¹) HERMITE, *Œuvres*, t. I, p. 475 et suiv.

Mais cette condition nécessaire pour l'équivalence de deux formes f n'est, en général, pas suffisante.

4. Formes définies. — *La forme f est définie si la forme binaire adjointe φ est définie négative.*

Soit D le plus petit nombre positif représenté par la forme $-\varphi(x, y)$.

L'équivalence des formes f définies, de discriminant δ^2 et dont la forme binaire adjointe est de même classe que $-\varphi(x, y)$, se ramène à l'étude de l'équivalence des formes

$$\Phi = i\sqrt{D}\,A\,uu' + buv' - b'u'v + i\sqrt{D}\,C\,vv',$$

u et u', v et v' étant respectivement conjugués, A et C étant deux nombres entiers, b et b' deux entiers conjugués du corps $i\sqrt{D}$ et la forme Φ étant définie; les substitutions faites sur u et v, v et v' sont :

$$u = \alpha U + \beta V, \qquad u' = \alpha' U' + \beta' V',$$
$$v = \gamma U + \delta V, \qquad v' = \gamma' U' + \delta' V',$$

α, β, γ, δ désignant des entiers du corps $i\sqrt{D}$ satisfaisant à la relation

$$\alpha\delta - \beta\gamma = 1$$

et α', β', γ', δ' leurs conjugués.

Ces formes Φ, très voisines des formes d'Hermite à indéterminées conjuguées et des formes plus générales de Bianchi, s'étudient comme ces dernières.

On arrive ainsi à former des réduites et l'on établit le résultat suivant :

Le nombre des classes de formes f définies, de discriminant δ^2, dont la forme binaire adjointe appartient à une classe déterminée, est fini; et à chaque classe de formes f, correspond une et une seule réduite.

On en tire immédiatement :

Le nombre des classes de formes f définies, de discriminant donné, est fini. A chaque classe correspond une et une seule réduite.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème des vibrations transversales d'une verge élastique hétérogène.* Note de M. **J. Tamarkine**, présentée par M. Émile Picard.

Prenons une verge élastique dirigée suivant l'axe des x et encastrée à ses deux extrémités a et b $(a < b)$.

Le problème des vibrations transversales d'une telle verge nous ramène aux deux problèmes suivants :

A. *Démontrer l'existence d'une suite illimitée de fonctions* $V_k(x)$ $(k = 0, 1, 2, \ldots)$ *satisfaisant aux équations*

$$\text{(I)} \qquad \frac{d^2}{dx^2}\left[r(x)\frac{d^2 V_k}{dx^2}\right] = \mu_k p(x) V_k(x)$$

jointes aux conditions aux limites

$$(\text{I}_a) \qquad V_k(a) = V_k(b) = V_x(a) = V'_x(b) = 0,$$

où $r(x)$, $p(x)$ *sont les fonctions données dans l'intervalle* (a, b) *et* μ_k *sont des constantes.*

B. *Étudier la possibilité du développement, dans l'intervalle* (a, b), *d'une fonction arbitraire* $f(x)$ *en série convergente de la forme*

$$\text{(II)} \qquad f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k(x); \qquad A_k = \frac{\int_a^b p(x) f(x) V_k(x)\,dx}{\int_a^b p(x) V_k^2(x)\,dx}.$$

En appliquant convenablement les méthodes générales de M. W. Stekloff, nous avons résolu le problème A sous la seule supposition que la fonction $r(x)$ reste positive dans (a, b) (¹).

En même temps, en supposant encore que la fonction $p(x)$ reste positive dans (a, b), nous avons établi que le système de fonctions $V_k(x)$ est *fermé*, c'est-à-dire qu'on a toujours, quelle que soit la fonction $f(x)$, intégrable

(¹) Voir J. Tamarkine, *Application de la méthode des fonctions fondamentales, etc.* (*Communications de la Soc. math. de Kharkow*, t. XII, 1910).

dans (a, b),

$$\int_a^b p(x) f^2(x)\, dx = \sum_{k=0} A_k^2.$$

Nous avons montré de même que *toute fonction $f(x)$ ayant les dérivées de deux premiers ordres dans (a, b) et vérifiant les conditions*

$$f(a) = f(b) = f'(a) = f'(b) = 0$$

se développe en une série de la forme (II) *uniformément convergente dans (a, b).*

En supposant que la verge considérée soit *homogène*, on peut obtenir les résultats beaucoup plus généraux [1].

Maintenant nous pouvons rejeter cette dernière restriction et énoncer, dans toute sa généralité, le théorème suivant :

C. *La fonction positive $p(x)$ ayant les dérivées de cinq premiers ordres dans (a, b), les conditions du développement d'une fonction arbitraire $f(x)$ en une série de la forme* (II) *sont précisément les mêmes que celles du développement de la fonction $f(x)$ en une série trigonométrique.*

Pour obtenir ce résultat général nous avons déduit en premier lieu les expressions asymptotiques des fonctions $V_k(x)$ pour les grandes valeurs de k. Supposons, pour plus de simplicité, que $r(x) = \text{const}$. En généralisant la méthode classique de Liouville-Bonnet [2] développée par M. W. Stekloff [3] nous avons obtenu lesdites expressions sous la forme suivante

$$\text{(III)} \quad \begin{aligned} V_k(x) = {} & C_k \varphi(t) \left[e^{-\lambda_k t} - (-1)^k e^{-\lambda_k(1-t)} - \cos\lambda_k t + \sin\lambda_k t \right] \\ & + \frac{C_k}{k} \left[\psi_{k,1} e^{-\lambda_k t} + \psi_{k,2} e^{-\lambda_k(1-t)} + \psi_{k,3} \cos\lambda_k t + \psi_{k,4} \sin\lambda_k t + \frac{\Omega_x}{k} \right], \end{aligned}$$

---

(1) Voir W. STEKLOFF et J. TAMARKINE, *Problème des vibrations transversales d'une verge élastique homogène* (*Rendiconti del Circolo math. di Palermo*, t. XXXI, 1911).

(2) Voir LIOUVILLE, *Sur le développement des fonctions en séries, etc.* (*Journal de Liouville*, 1re série, t. II). — BONNET, *Journal de Liouville*, 1re série, t. XVII, 1852, p. 265.

(3) Voir W. STEKLOFF, *Sur une méthode nouvelle pour résoudre plusieurs problèmes, etc.* (*Comptes rendus*, 17 juin 1907); *Sur les expressions asymptotiques, etc.* (*Communic. de la Soc. math. de Kharkow*, 1907).

où

$$\lambda_k = \frac{2k+1}{2}\pi, \qquad t = \alpha \int_a^x \sqrt[4]{p(x)}\,dx, \qquad \varphi(t) = p^{-\frac{3}{8}};$$

C_k est une constante, α une constante ne dépendant pas de k; les fonctions $\psi_{k,i}$ $(i = 1, 2, 3, 4)$ et Ω_k sont des fonctions de x qui restent finies et intégrables dans (a, b) pour toute valeur de k.

Remarquons en passant que les formules obtenues plus haut s'étendent sans difficulté au cas général où $r(x)$ n'est pas constante.

L'expression (III) une fois obtenue, les considérations tout à fait analogues à celles qui sont exposées dans le travail cité plus haut ([1]) nous permettent d'établir le théorème C.

Les recherches précédentes peuvent conduire aux autres résultats généraux, par exemple à l'extension du théorème de M. Féjer; au théorème, analogue à celui de M. G. Cantor, sur l'unicité de la représentation d'une fonction $f(x)$ sous la forme de la série

$$\sum_{k=0}^{\infty} a_k V_k(x),$$

a_k étant des constantes, etc., mais ici nous n'insistons pas sur ce point. L'analyse détaillée du problème en question fera l'objet d'un travail plus étendu.

PHYSIQUE. — *Construction et vérification d'un quart d'onde à lame de mica.* Note de M. **Louis Chaumont**, présentée par M. J. Violle.

La méthode imaginée par Chauvin ([2]) pour l'analyse d'une vibration elliptique a été appliquée jusqu'ici à des vibrations très aplaties et les physiciens qui s'en sont servis n'ont pas rencontré de difficulté dans son emploi. M'étant proposé de mesurer par cette méthode des biréfringences plus grandes, je me suis aperçu qu'il était impossible de déterminer avec précision l'azimut d'égalité et que l'on ne pouvait pas éteindre successivement d'une façon complète les deux plages de l'analyseur à pénombres. Cela provient uniquement des réflexions sur les faces des lames biréfrin-

([1]) Voir la note ([1]) de la page précédente.

([2]) Chauvin, *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, 1890, p. 21.

gentes traversées par le rayon. En particulier, la lumière réfléchie successivement sur les deux faces du quart d'onde se superpose au faisceau direct lorsque ces faces sont exactement parallèles. M. Dongier (1) se plaçant dans ce cas théorique avait déjà signalé le rôle important de cette lumière parasite; j'en ai fait l'étude plus complète en me plaçant dans les différents cas que l'on rencontre réellement dans la pratique :

1° Celui d'un mica nu, où l'on peut admettre le parallélisme des faces extrêmes, éclairé en lumière rigoureusement monochromatique. Les erreurs dans l'application de la méthode de Chauvin sont alors importantes; elles peuvent être de l'ordre de 10 pour 100. On peut d'ailleurs en tenir compte et avec des précautions convenables faire des mesures satisfaisantes dans ces conditions.

2° Le cas d'une même lame éclairée par un faisceau dont les radiations forment une portion continue du spectre; le calcul est encore possible, l'erreur est moins grande, de l'ordre de 1 pour 100.

3° Le cas d'un mica usuel collé entre deux lamelles protectrices en verre qui ne sont jamais à faces rigoureusement planes et parallèles; ici encore, quelle que soit la lumière, l'erreur relative n'est pas considérable. Mais dans ces deux derniers cas la méthode de Chauvin ne conserve pas sa sensibilité lorsque l'on doit mesurer de fortes biréfringences.

Je n'entrerai pas ici dans le détail de cette discussion pour laquelle je me suis servi avec avantage de la méthode de représentation géométrique des vibrations elliptiques de M. Henri Poincaré. Je me bornerai à indiquer que l'on peut écarter la difficulté d'application et les erreurs possibles. Il suffit, pour supprimer les réflexions parasites, d'immerger la lame de mica dans du sulfure de carbone qui a un indice voisin. Après avoir choisi cette lame (on verra bientôt par quel procédé) on la colle entre deux disques de verre, percés, dont les faces extrêmes font un petit angle (par exemple $\frac{1}{200}$) et l'on applique par-dessus deux lames à faces parallèles de flint non trempé. Ce flint est choisi en utilisant la remarque faite par Pockels (2) que certains verres deviennent extrêmement peu biréfringents par tension ou compression (3). Avant de coller ces glaces terminales on met au-dessus du mica du sulfure de carbone, en ayant soin de laisser une bulle d'air pour

(1) Dongier, *Comptes rendus*, t. 122, 1896, p. 308.

(2) F. Pockels, *Drude's Annalen der Physik*, t. VII, 1902, p. 763.

(3) Les lames à faces parallèles et les disques percés m'ont été fournis en même flint d'indice 1,75 par la maison Pellin. Leurs dimensions sont pour les disques : diamètre extérieur 32^{mm}, intérieur 14^{mm}, épaisseur 4^{mm} environ; pour les lames : diamètre 30^{mm}, épaisseur 2^{mm}. Je montrerai ailleurs que leur trempe régulière et très faible ne peut introduire d'erreur dans les mesures.

éviter les pressions dues aux dilatations. On constitue ainsi une cuve prismatique d'angle $\frac{1}{100}$ dont la lame de mica forme le plan bissecteur; le premier faisceau réfléchi fait alors avec le faisceau direct un angle de $\frac{32}{1000}$; il est facile avec un diaphragme convenablement placé de n'utiliser que le faisceau direct.

Dans ces conditions, avec la lumière verte de l'arc au mercure, on peut obtenir l'extinction complète des plages de l'analyseur et fixer l'azimut de la vibration rétablie à une demi-minute près, même si la vibration à analyser est presque circulaire.

Il reste à indiquer comment on peut choisir la lame de mica quart d'onde. Il n'est pas nécessaire pour l'application de la méthode de Chauvin que le quart d'onde soit exact; mais dans beaucoup d'autres questions de physique où l'on utilise des polariseurs ou analyseurs circulaires, il est important de savoir pour quelle radiation une lame de mica est exactement quart d'onde. La considération des rayons réfléchis sur les faces extrêmes m'a conduit à un procédé pratique d'un emploi plus rapide que les méthodes déjà proposées (1).

Supposons d'abord qu'on ait choisi une lame de mica en observant simplement comme d'habitude les teintes au Norremberg; mais que ce mica ait été monté, comme il est dit plus haut, dans un liquide. Nous nous servirons de cette lame biréfringente pour produire de la lumière elliptique en l'éclairant par un faisceau intense de lumière blanche polarisé rectilignement à 45° des lignes neutres. On place à la suite la lame nue de mica à étudier, l'une de ses lignes neutres étant parallèle à la section principale du polariseur. Enfin à la suite on dispose un analyseur et un spectroscope; on observe alors un spectre cannelé avec des franges très nettes dont les minima sont nuls pour deux positions distinctes de l'analyseur. Ces franges sont dues précisément aux réflexions successives sur les faces extrêmes du mica nu; j'en donnerai ailleurs la théorie. Lorsque l'on passe de l'une des positions d'extinction à l'autre, les franges se déplacent d'une demi-frange; mais ce déplacement se fait dans un sens ou dans l'autre suivant que l'on regarde d'un côté ou de l'autre de la région du spectre pour laquelle la lame est quart d'onde; la frange correspondant à cette dernière radiation

(1) ZEEMAN, *Proceedings Royal Acad. Amsterdam*, t. XII, 1909, p. 345. — COTTON et MOUTON, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XX, 1910, p. 275.

ne se déplace pas, mais elle disparaît ou apparaît suivant l'orientation de l'analyseur.

On peut ainsi déterminer rapidement, à environ $1^{m\mu}$ *près, la radiation pour laquelle une lame est exactement quart d'onde.*

ÉLECTRICITÉ. — *Essai de la résistance au choc du filament des lampes métalliques*. Note de M. **Emmanuel Legrand**, présentée par M. E. Bouty.

L'étude de la résistance aux chocs des lampes électriques à filaments métalliques présente de l'intérêt pour la constatation des progrès apportés dans la constitution des filaments métalliques obtenus, soit par pressage, soit par étirage. A cet effet, j'ai réalisé le dispositif suivant; il comprend :

1° Une table de chocs sur laquelle est montée la lampe à essayer;

2° Un dispositif permettant de graduer les chocs, formant également compteur de tours;

3° Un relais.

La table de chocs consiste en une planchette de bois placée à peu près horizontalement. Elle est fixée à un axe à l'une de ses extrémités; l'autre extrémité repose sur une came animée d'un mouvement de rotation grâce à un petit moteur électrique placé à proximité de l'appareil. La came soulève progressivement la planchette, qui, à un moment donné, tombe brusquement d'une hauteur constante.

Cette chute est provoquée par un ressort à spirale réglable, tirant sur la planche mobile, dont l'extrémité est soumise à un effort F connu.

La machine une fois mise en marche, la lampe subit N chocs, correspondant à l'effort F, puis automatiquement un dispositif spécial modifie l'effort F et lui donne la valeur $F_1 > F$. Après N′ chocs, l'effort F_1 devient $F_2 > F_1$, et ainsi de suite jusqu'à la rupture du filament de la lampe.

Dans la pratique nous donnons à N, N′, etc. toujours la même valeur et

$$F_1 - F = F_2 - F_1, \quad \ldots$$

Quand le fil de la lampe se rompt, immédiatement la machine s'arrête d'elle-même. En effet, le courant alimentant le moteur électrique passe par un relais, qui, grâce à des frotteurs convenablement disposés, est mis une fois par tour en série avec la lampe aussitôt après le choc; si le filament est rompu, le relais se déclanche et le moteur s'arrête.

La résistance du relais est telle que le courant qui passe dans la lampe n'amène pas d'élévation de température appréciable du filament. L'essai est donc fait à froid.

Pour fixer la valeur pratique de la lampe, il n'y a plus qu'à lire sur le compteur de tours le nombre de chocs produisant la rupture.

Citons, à titre d'exemple, quelques résultats : certaines lampes très fragiles cassent toujours au premier choc. Le fil est alors pulvérisé et tombe dans l'ampoule.

Dans certaines lampes le fil se rompt toujours au ras des soudures. Cela tient à ce que les soudures, dans ces lampes, présentaient un défaut d'homogénéité par rapport à la nature du fil.

Dans d'autres lampes le fil se rompt toujours en plein filament pour un nombre de chocs assez voisins.

Enfin dans certaines lampes, qui, toutes, avaient leur support en cristal brisé entre 60 et 63 chocs, les lampes étant neuves, les filaments résistaient très bien et n'étaient rompus que par la chute du support.

Or, après 200 heures d'allumage, aucune de ces lampes n'a eu son support rompu, sans doute parce que la température à laquelle est soumis le support a recuit peu à peu le verre et lui a ainsi donné une plus grande solidité.

ÉLECTRICITÉ. — *Application de la Télégraphie sans fil à la mesure des coefficients de self-induction.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

Les dispositifs de réception des signaux envoyés par la télégraphie sans fil permettent de comparer aisément, par une méthode de substitution, les valeurs des coefficients de self-induction.

Il suffit d'utiliser un des montages ordinairement employés, en intercalant dans le circuit de l'antenne ou du détecteur une self-induction réglable et préalablement étalonnée une fois pour toutes, à établir la résonance pour des ondes hertziennes de longueur d'onde déterminée, par exemple celles qui à différentes heures sont envoyées chaque jour par la station de la Tour Eiffel, puis d'introduire dans le circuit la self à mesurer et de rétablir la résonance qui a été détruite par une modification convenable de la self réglagle de l'antenne ou des autres éléments du circuit.

Cette méthode que j'ai employée en faisant varier la longueur de l'antenne réceptrice permet de mesurer rapidement des coefficients de self-induction qui sont de l'ordre des dix-millièmes ou des cent-millièmes

d'henry; sous cette dernière forme, elle présente le criterium du maximum théorique de simplicité, puisqu'elle réduit à la mesure d'une longueur la détermination d'une quantité qui a précisément les dimensions d'une longueur, tandis que les autres méthodes (de Lord Rayleigh, de Vaschy, de Maxwell, etc.) ramènent cette mesure à la détermination d'une expression telle que T.R ou $C.R^2$, ou $\frac{T^2}{C}$, qui est dans tous les cas homogène à une longueur, mais dont le calcul nécessite des mesures superflues de capacités C, de résistances R ou de temps T.

Cette méthode réalise un état déterminé, renforcement maximum d'un son perçu au téléphone, au lieu d'une extinction, en utilisant, à la place des courants alternatifs produits par un alternateur voisin, des oscillations électriques de haute fréquence émises alors par un poste éloigné qui peut être en particulier la station de la Tour Eiffel, dont le fonctionnement régulier à des heures bien connues, par exemple à 8^h, à 10^h45^m, à 15^h, est ainsi mis à contribution.

En dehors des ondes émises par ce poste, on peut utiliser les nombreux radiogrammes qui sillonnent l'espace et qui donnent des résultats d'autant plus précis que leur longueur d'onde sera mieux définie et que la résonance pourra être mieux établie d'après le circuit récepteur employé [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *La théorie des dissolutions vis-à-vis de l'expérience (cas du peroxyde d'azote).* Note de M. **Alb. Colson**, transmise par M. Amagat.

Berthelot comparait les contradictions présentées par la théorie des solutions à celles qu'on relève dans la théorie du phlogistique.

Outre que l'assimilation de la particule dissoute à la molécule se fait en dehors des limites de température et de pression qui définissent les molécules d'après Cahours, il est manifeste que le dédoublement en ions d'un sel dissous, $MgCl^2$ par exemple, est en opposition avec l'effet thermique correspondant, car même en négligeant le travail considérable que nécessite, d'après V. Meyer, le dédoublement d'une molécule Cl^2 en atomes non

(1) A ce propos, je puis signaler que le poste des Saintes-Maries ne peut être utilisé, à Montpellier du moins, à cause de la trop grande énergie qui est reçue et de l'étalement du palier de résonance que présente la courbe des longueurs d'onde.

électrisés, la seule phase $MgCl^2 = Mg + Cl^2$ absorberait $151\,200^{cal}$, c'est-à-dire qu'une solution à 5 pour 100 de ce sel fournirait assez de frigories pour congeler la totalité de l'eau. Or l'action de l'eau sur $MgCl^2$ dégage au contraire une grande quantité de chaleur en rapport avec les phénomènes d'hydrolyse utilisés par M. Schlœsing père pour régénérer le chlore dans la fabrication de la soude.

Pour avoir tenté de faire cesser les discordances de ce genre, je me suis vu accusé d'enfoncer des portes ouvertes, de croire au mouvement perpétuel, de confondre résistance et conductibilité électriques, et de contredire le principe de l'équipartition ([1]), attendu, dit M. Langevin, auteur de cette dernière objection, qu'au point de vue cinétique, la particule dissoute de M. Colson posséderait une énergie cinétique moyenne double de la molécule gazeuse à la même température, étant donné que la loi de Van 't Hoff s'applique au sucre.

Ce raisonnement, comme tous ceux qu'on m'oppose, reste basé sur une assimilation de la particule dissoute à la molécule. Cette assimilation n'a jamais été démontrée, et elle a souvent été contestée. M. Amagat, en particulier, a fait observer qu'elle conduit à des conséquences contraires aux faits expérimentaux, et que l'osmose est un phénomène localisé à la membrane, comme le pensent aussi des physiciens et des physiologistes autorisés.

Du reste, pour satisfaire à la transformation d'un corps en molécules d'Avogadro, c'est-à-dire en gaz parfaits, sous la seule action dissolvante d'un liquide, il faudrait que le solvant fournît de la chaleur latente; il se refroidirait alors notablement. Au contraire, la solution des liquides organiques dans l'eau détermine un échauffement qui, loin d'être infinitésimal, est parfois supérieur à la chaleur de polymérisation des aldéhydes liquides, et qui a motivé l'interprétation donnée dans ma dernière Note ([2]). Une contradiction de plus s'ajouterait à tant d'autres. C'est pourquoi, quand même l'égalité des pressions osmotique et gazeuse (à peu près vérifiée sur le sucre) serait hors de doute, elle entraînerait uniquement la constance du produit cinétique $\frac{2}{3}nu$, sans que l'on doive, avec M. Langevin, admettre en outre la constance de la vitesse moléculaire moyenne u, et fixer ainsi le

([1]) Les objections de MM. Le Chatelier, Urbain, Perrin, V. Henri ont été faites dès mai 1911 aux Sociétés de Chimie et de Chimie-Physique.

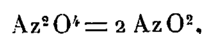
([2]) *Comptes rendus*, t. 153, 27 novembre 1911, p. 812.

nombre n des particules dissoutes, les électrolytes exceptés. Sans doute, la polymérisation par le solvant, qui a ses partisans, oblige à diminuer n, par suite à changer u, et les résultats de la théorie cinétique des gaz ne s'adaptent plus nécessairement aux particules dissoutes. De fait, en dépit de ce qu'on admet et de ce qu'on enseigne, la formule des équilibres homogènes qui domine l'énergétique,

$$\Sigma m \log C = \text{const.}$$

et qui a été établie sur des gaz, se trouve en défaut quand on l'applique au même système de corps en équilibre à l'état dissous, à la même température. C'est ce que je vais démontrer sur le peroxyde d'azote, un des rares composés qui se prêtent à une comparaison de ce genre.

Gazeux ou dissous, ce corps donne lieu à l'équilibre



$$Az^2O^4 = 2\,AzO^2,$$

à la fois simple et facile à étudier, puisqu'on l'observe à la température ordinaire. Les mesures faites par M. Cundall en solution chloroformique ne laissant alors aucun doute, M. Ostwald s'en est servi pour vérifier l'équation d'équilibre ci-dessus.

Voici les résultats de ses calculs empruntés aux *Leçons de Chimie physique* de Van 't Hoff (trad. Corvisy, t. I, p. 110-111) :

Taux volum. de la solution	9,93	6	4,8	3,6	2	1,4
Valeur de la constante	143	116	97	117	98	106

Ils montrent nettement, à tout esprit non prévenu, que la valeur de l'expression $\Sigma m \log C$, variant comme les nombres 143, 116, 97, 117, ..., n'est pas constante. Donc, à la même température, *l'équilibre de cette dissolution n'est pas régi par la loi admise pour le même système à l'état gazeux.*

Afin de mieux préciser les divergences, j'ai repris l'étude expérimentale des pressions partielles des deux gaz Az^2O^4 et AzO^2 qui s'équilibrent dans un mélange gazeux.

Pour éviter l'attaque du mercure, j'ai dû recourir à des artifices variés. D'abord j'ai chauffé vers 104° un ballon muni d'un tube effilé et rempli de peroxyde d'azote. Après fermeture à la lampe, la pointe était soudée à un tube manométrique. Guidé par une expérience préalable, j'amenais la pression au voisinage de celle du peroxyde contenu dans le ballon porté à une température déterminée T. Cette précaution avait pour but de ne pas changer la température du peroxyde par dépression ou par compression quand, en cassant la pointe effilée, le gaz nitrique était mis en communication avec la chambre manométrique. Elle permettait, en outre, de déterminer rapidement la

hauteur mercurielle avant l'attaque du mercure. Connaissant la température T, le volume V, le poids π et la pression du peroxyde contenu dans la solution, on déduit facilement, des densités respectives des gaz A^2O^4 et AO^2, la pression partielle p_1 du premier et la pression partielle p_2 du second.

Voici quelques résultats :

T.	V.	π.	p_1.	p_2.
°	cm³	g		
28,3	260,4	0,42	247,5	163,5
40	260,5	0,42	220,2	240,1
29,2	230	0,368	239	174
40,1	230,1	0,368	217	243

Ils sont loin d'infirmer la conclusion précédente, mais il importe de les compléter.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques carbonates doubles de calcium.* Note de M. **Barre**, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. *Carbonate double de calcium et de sodium.* — Lorsqu'on met en présence du carbonate de calcium précipité et une solution de carbonate de sodium suffisamment concentrée, il se produit, très lentement à 50°, au bout de quelques heures à l'ébullition, des cristaux orthorhombiques. Fritsche [1], qui semble avoir obtenu le premier un carbonate double de calcium et de sodium par voie humide, attribua au sel qu'il préparait par action d'une solution concentrée de chlorure de calcium sur une solution concentrée de carbonaté de soude la formule $CO^3Ca.CO^3Na^2.5H^2O$.

L'étude du sel qui prend naissance par digestion du carbonate de chaux dans une solution de carbonate de soude m'a fourni les résultats suivants :

1° A 30° comme à 100°, le sel obtenu a pour formule $CO^3Ca.CO^3Na^2.2H^2O$.

	Trouvé.		Calculé pour 100.
H^2O (perte à 300°)........	14,75	15,00	14,86
CaO....................	23,2	23,3	23,14

2° Ce sel est décomposable par l'eau, mais très lentement à froid.

3° Il ne prend naissance que dans des solutions de carbonate de soude dont les concentrations aux différentes températures sont supérieures aux valeurs suivantes :

[1] *Journal für praktische Chemie*, t. XCIII, 1864, p. 339.

Température.	CO^3Na^2 pour 100 d'eau.
19°	19,14
50	19,74
75	20,32
98	21,06

Ces concentrations indiquent donc la limite inférieure du champ d'existence du sel double considéré, la limite supérieure étant formée par la courbe de solubilité du carbonate de soude.

4° La courbe fournie par ces concentrations indique 16° environ comme température inférieure de formation de ce carbonate double.

5° Le carbonate de chaux déjà très peu soluble dans l'eau est encore moins soluble en présence de carbonate de soude; l'oxalate d'ammonium ne produit pas le moindre trouble, même après élimination de l'excès de carbonate alcalin.

II. *Carbonate double de calcium et de potassium.* — On ne semble pas avoir signalé jusqu'à maintenant de carbonate double de calcium et de potassium. Par digestion de carbonate de chaux précipité dans des solutions de carbonate de potassium de concentrations convenables, j'ai obtenu un sel se présentant en fines aiguilles prismatiques de formule $CO^3Ca.CO^3K^2$:

	Trouvé.	Calculé.
Perte à 300°	0,3	»
CaO	23,6	23,52

Ce sel est décomposable par l'eau. Il n'est stable qu'en présence de solutions de carbonate de potassium ayant les concentrations suivantes aux différentes températures :

Température.	CO^3K^2 pour 100 d'eau.
19°	59,25
50	60,21
75	61,00
98	61,78

Ces chiffres fournissent la limite inférieure du champ d'existence de ce sel double, la limite supérieure étant formée par la courbe de solubilité du carbonate de potassium.

Comme avec les solutions de CO^3Na^2, le carbonate de chaux est moins soluble en présence de CO^3K^2 que dans l'eau pure.

III. Le carbonate de strontium et le carbonate de baryum ne m'ont donné aucun sel double, même par une ébullition de 20 heures en présence d'une solution saturée de carbonate alcalin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'acide chrysophanique.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. E. Jungfleisch.

En 1875, C. Liebermann et O. Fischer (¹) reconnurent que l'acide chrysophanique est une dioxyméthylanthraquinone, la position des OH et du CH^3 restant à déterminer. Pendant de nombreuses années, cette question ne reçut aucune solution satisfaisante. Ce n'est que tout récemment, en 1911, que O. Fischer, F. Falco et H. Gross (²) apportèrent une contribution importante à la question qui nous occupe. En oxydant l'acide chrysophanique par l'acide chromique, ces auteurs obtinrent la rhéine, composé obtenu en 1903 par Œsterle en soumettant l'aloémodine à l'action du même réactif (³) et caractérisé, en 1909, par Robinson et Simonsen (⁴) comme acide dioxyanthraquinonylcarbonique.

Ces derniers travaux conduisirent à admettre l'existence de relations étroites entre ces trois composés : l'acide chrysophanique, l'aloémodine et la rhéine, relations qui ont été mises récemment en lumière par Œsterle (⁵), lequel réussit à transformer l'acide chrysophanique en aloémodine.

Il y a plusieurs années, j'avais entrepris des recherches dans le but d'arriver à fixer la position des groupes substituants de l'acide chrysophanique. En oxydant ce dernier composé par NO^3H ($d = 1,2$), j'espérais obtenir le remplacement de CH^3 par CO^2H et, par perte de CO^2, arriver à l'une des dioxyanthraquinones connues. La réaction ne se poursuivit pas, cependant, dans le sens espéré. Le seul produit défini que je réussis à obtenir, indépendamment de l'acide picrique, fut l'acide tétranitrochrysophanique.

Analyse. — N trouvé : 12,68; calculé : 12,90.

Les expériences de O. Fischer et de ses collaborateurs amenèrent ces auteurs à considérer l'acide chrysophanique comme une dioxy-1.8-méthylanthraquinone. La position du CH^3 fixée auparavant en β par O. Fischer (⁶) restait cependant indécise, ce CH^3 pouvant occuper soit la position 1, soit la position 2.

(¹) *Berichte der deut. ch. Gesell.*, t. VIII, p. 1102.

(²) *Journ. für prakt. Chem.*, t. LXXXIII, p. 211.

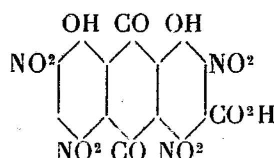
(³) *Arch. der Pharm.*, t. CCXLI, p. 604.

(⁴) *Chem. Society*, t. XXV, p. 76.

(⁵) *Arch. der Pharm.*, t. CCXLIX, p. 446.

(⁶) *Journ. für prakt. Chem.*, t. LXXIX, p. 555, et t. LXXXII, p. 281.

En 1910 et 1911 (¹), j'ai fait connaître le résultat d'expériences entreprises sur l'action de NO^3H sur les aloïnes. J'ai signalé la production simultanée, dans cette réaction, d'aloémodine tétranitrée, de rhéine tétranitrée et d'acide *m*-oxybenzoïque-2.4.6-trinitré. J'ai développé en même temps des arguments qui m'ont conduit à représenter la rhéine tétranitrée par la formule



Étant donné que, d'après les recherches de O. Fischer, Falco et Gross et d'après celles d'Œsterle, l'acide chrysophanique doit être considéré comme de la rhéine dans laquelle le groupe CO^2H serait remplacé par un CH^3, on arrive à cette conclusion que ce CH^3 doit occuper la position 3.

Afin de confirmer l'exactitude de cette opinion, j'ai soumis à l'action de NO^3H l'acide tétranitrochrysophanique. J'espérais arriver, comme dans le cas de l'aloémodine tétranitrée, à l'acide chrysammique; puis, par rupture du noyau anthraquinone, à l'acide trinitro-2.4.6-*m*-oxybenzoïque. Cependant, à aucun moment, on n'observe la production d'acide chrysammique, mais on constate que l'acide trinitro-2.4.6-*m*-oxybenzoïque, fusible à 186°,7 (corrigé), se forme, avec un rendement de 13,74 pour 100, quand on utilise l'acide NO^3H ($d = 1,5$).

Cette production indique que la constitution de l'acide tétranitrochrysophanique et celle de l'aloémodine tétranitrée sont très voisines; que, notamment, les groupes NO^2 et OH occupent les mêmes positions dans les deux composés, ce qui constitue une preuve indirecte de l'exactitude de la formule de l'acide chrysophanique proposée par O. Fischer, Falco et Gross. Comme conséquence, le groupe CH^3 de ce dernier composé ne saurait occuper que la position 3, c'est-à-dire celle qu'il occupe dans le dérivé nitré correspondant, où la position 2 est occupée par un groupe NO^2.

L'action de la potasse caustique en fusion sur l'acide chrysophanique va nous apporter une nouvelle preuve de l'exactitude de cette déduction (²).

Chauffé pendant 7 heures à 250°-260° avec KOH, l'acide chrysophanique se transforme, pour la plus grande partie, en une poudre noire à caractère phénolique.

(¹) *Comptes rendus*, t. 151, p. 1128, et t. 153, p. 114.

(²) Le détail des expériences sera publié dans un autre Recueil.

Si l'on reprend le produit par l'eau additionnée de SO^4H^2, on peut isoler de la solution obtenue les produits suivants : un phénol, un acide à odeur d'acide acétique, de l'acide oxalique, une très petite quantité d'acide oxy-4-*m*-phtalique-1.3 et une quantité beaucoup plus importante d'acide oxymétaphtalique symétrique. On rencontre, en outre, un acide extrêmement soluble dans l'eau, incristallisable ainsi que ses sels de K, Ba, Sr, Ca, dont la solution, même très diluée, se colore en rouge violet par Fe^2Cl^6.

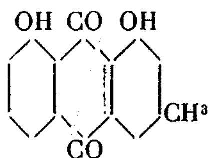
Acide oxymétaphtalique symétrique $C^8H^6O^5$. — Cet acide cristallise de l'eau en longues et fines aiguilles incolores, peu solubles dans l'eau froide ; sa solution se colore en jaune par Fe^2Cl^6, puis se prend en gelée.

Analyse. — Trouvé : $C = 52,27$; $H = 3,89$. Calculé : $C = 52,74$; $H = 3,35$.

Cet acide présentait le même point de fusion que l'acide oxymétaphtalique symétrique que j'avais préparé synthétiquement par la méthode de Beyer ([1]). Voici les résultats corrigés obtenus en introduisant le tube contenant la matière desséchée dans un bain d'huile chauffé à 290°, le thermomètre étant immergé jusqu'à + 30°.

Acide de l'acide chrysophanique.	Acide synthétique.	Mélange des deux acides.
308°,5	308°,9	308°,5

La production d'acide oxymétaphtalique symétrique a lieu selon les règles qui régissent la scission du noyau anthraquinonique, elle peut être représentée par le schéma



un des groupes CO fournissant un CO^2H par hydratation, l'autre CO^2H étant formé par oxydation du CH^3 par KOH, oxydation qu'on observe fréquemment dans ces conditions. Cette formation d'acide oxymétaphtalique symétrique constitue un nouvel argument en faveur de la position 3 du CH^3 de l'acide chrysophanique. Le seul point resté douteux dans l'établissement de sa formule disparaît donc et l'on peut dire que cet acide chrysophanique est bien la dioxy-1.8-méthyl-3-anthraquinone.

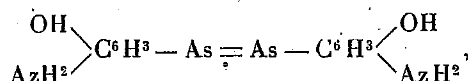
---

(1) *Journ. für prakt. Chem.*, t. XXV, p. 515.

CHIMIE THÉRAPEUTIQUE. — *De la toxicité des arsénos employés en thérapeutique.* Note de M. **A. Mouneyrat**, présentée par M. Jungfleisch.

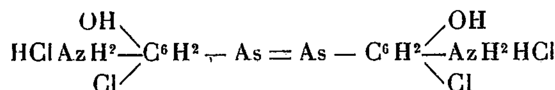
Le groupe des arsénos, récemment introduit en thérapeutique, a été découvert vers 1882 par Michaelis. Le plus simple de ces corps, l'arsénobenzol $C^6H^5 - As = As - C^6H^5$, a été préparé par Michaelis et Schulte en réduisant à chaud, au moyen de l'acide phosphoreux, l'acide phénylarsinique $C^6H^5 - AsO^3H^2$ (*Ber. d. deuts. chem. Ges.*, t. 15, p. 1952). Les divers arsénos employés actuellement dans le traitement de la syphilis et des spirilloses contiennent ce groupement arsénobenzol, dans les noyaux benzéniques duquel on a remplacé des atomes d'hydrogène par des groupements fonctionnels amines (AzH^2), oxhydrile (OH), chlore ou iode.

Afin de rechercher la cause des nombreux accidents et cas de mort déterminés à la suite de l'emploi du dioxydiaminoarsénobenzol

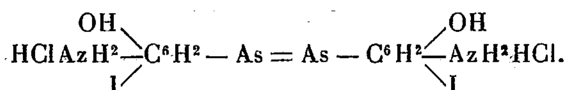


nous avons entrepris un certain nombre de recherches que nous désirons rapporter ici brièvement.

Afin de nous placer dans les conditions de la clinique, nous avons étudié la toxicité éloignée des trois arsénos suivants : du dioxydiaminoarsénobenzol à l'état de chlorhydrate et de sulfate, du chlorhydrate de dioxydiaminodichloroarsénobenzol



et du chlorhydrate de dioxydiaminodiiodoarsénobenzol



Nous avons pris, pour chacun des sels de ces corps, 6 lapins, soit en tout 24 lapins, auxquels nous avons pratiqué tous les 12 jours une injection intraveineuse (dans la veine marginale de l'oreille), par kilogramme de poids vif 1^{cg} de sel disodique d'arséno $\left(\begin{smallmatrix}NaO\\AzH^2\end{smallmatrix}\right\rangle C^6H^3 - As = As - C^6H^3\left\langle\begin{smallmatrix}ONa\\AzH^2\end{smallmatrix}\right)$ dilué dans 5^{cm^3} de sérum artificiel. Ces

injections ont été répétées pendant 2 mois de suite, soit pour chaque lapin 5 injections; tous ces lapins se sont bien comportés et pas un seul n'a succombé, ils ont été sacrifiés au bout de 6 mois pour des expériences de toxicité immédiate.

Ayant repris pour chacun de ces arsénos une deuxième série d'essais en laissant moins de temps entre chaque injection, nous sommes arrivés à des résultats différents de ceux de la première expérience. Nous ne rapporterons ici que les essais relatifs au chlorhydrate de dioxydiaminoarsénobenzol, les arsénos halogénés, bien que de toxicité immédiate plus élevée, nous ont donné des résultats analogues.

Nous avons repris 20 lapins que nous avons divisés en 4 lots de 5, et à chacun d'eux, tous les 5 jours, nous avons pratiqué une injection intraveineuse (à la dilution de 5^{cm^3} de sérum artificiel pour 1^{cg} de corps) aux doses suivantes :

Aux animaux du 1er lot, $\frac{1}{4}$ de centigramme d'arséno ($0^g,0025$) par kilogramme de poids vif; aux animaux du 2e lot, un demi-centigramme ($0^g,005$) par kilogramme; 3e lot, $\frac{3}{4}$ de centigramme ($0^g,0075$) par kilogramme; 4e lot $1^{cg},25$ ($0^g,0125$) par kilogramme. Un des lapins du 4e lot est mort 2 jours après la 4e injection, les injections ont été interrompues pour ce lot; un des lapins du 3e lot a succombé 4 jours après la 5e injection, nous avons alors interrompu les injections pour tous les animaux en expérience. A l'autopsie des animaux morts, on a trouvé le cœur en diastole, les vaisseaux fortement dilatés et les organes gorgés de sang. Aucun des lapins des lots 1 et 2 conservés 5 mois n'a succombé; les 4 lapins restants du lot 3 ont également survécu, quelques-uns cependant ont maigri; parmi ceux du lot 4 un autre a succombé au bout de 14 jours après la dernière injection, les autres ont survécu, les uns ayant maigri, les autres engraissé.

Les expériences ci-dessus nous montrent :

1° Qu'à égalité de poids d'arséno, injecté par kilogramme de poids vif, le danger est d'autant plus grand que le temps compris entre chaque injection est plus court ;

2° Qu'entre la limite de un demi-centigramme à 1^{cg} par kilogramme, les animaux courent infiniment plus de danger qu'entre $\frac{1}{5}$ et $\frac{1}{3}$ de centigramme par kilogramme, bien entendu, en ayant le même temps entre chaque injection;

3° Les divers animaux présentent, pour une même dose, par kilogramme de corps injecté, une *tolérance très différente*.

L'étude de la localisation de l'arséno, dans les divers tissus et, en particulier, dans les centres nerveux, va nous donner l'explication de cette différence de tolérance pour chaque individu.

Nous avons recherché, par la méthode de M. Armand Gautier, l'arsenic dans les divers tissus des animaux morts dans les conditions relatées ci-dessus. Nous avons trouvé ce métalloïde dans le foie, les muscles et les centres nerveux, en quantité très appréciable et nettement supérieure aux

quantités infinitésimales qu'on rencontre chez des animaux témoins ayant reçu la même alimentation et sans aucun traitement.

De ces recherches il résulte que l'arséno (dioxydiaminoarsénobenzol et les arsénos ayant des groupes AzH^2 dans leur molécule) se fixe sur les cellules de l'économie et en particulier sur les centres nerveux; ce corps est donc, contrairement à ce qui a été dit lors de son introduction en thérapeutique, *organotrope* et tout particulièrement *neurotrope*.

On pourrait objecter à nos recherches que si l'arsenic a été trouvé dans les centres nerveux, cela tient à ce que, par des injections trop fréquentes, nous avons saturé nos animaux. Pour vérifier une telle critique nous avons repris 4 lapins; à deux d'entre eux nous avons fait une seule injection de 1^{cg} par kilogramme (injection intraveineuse), et aux deux autres, une seule injection (intraveineuse) de un demi-centigramme par kilogramme; 6 jours après cette injection, nous avons sacrifié tous nos lapins et avons recherché l'arsenic, de même que sur deux autres lapins non injectés ayant reçu la même alimentation. Chez les 4 lapins injectés nous avons trouvé, en quantité différente, de l'arsenic dans les centres nerveux, et, chose curieuse, un des lapins qui avait reçu 1^{cg} d'arsenic par kilogramme renfermait, à égalité de poids de substance nerveuse, moins d'arsenic que l'un des lapins qui avait reçu seulement un demi-centigramme par kilogramme.

BOTANIQUE. — *Sur les leucoplastes de* Phajus grandifolius *et leur identification avec les mitochondries*. Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note, nous avons étudié les processus cytologiques de l'élaboration de l'amidon dans le tubercule de pomme de terre. Nous avons montré que les cellules destinées à élaborer l'amidon renferment un grand nombre de mitochondries à l'état de petits grains. Celles-ci grossissent légèrement, prenant l'aspect des leucoplastes de Schimper, et produisent dans leur intérieur un petit grain d'amidon qui s'accroît peu à peu aux dépens de la substance mitochondriale qui se réduit d'abord à une mince pellicule entourant le grain, mais finalement à une petite calotte située sur un des côtés du grain. Aussi avons-nous conclu que les leucoplastes ou amyloleucites de Schimper sont le résultat d'une légère différenciation de mitochondries.

Le tubercule de pomme de terre n'est, de l'avis de Schimper, qu'un

mauvais objet pour l'étude des leucoplastes, parce que ces corps sont très petits et très difficiles à mettre en évidence. Au contraire, Schimper recommande pour cette étude les racines de *Phajus grandifolius* où les leucoplastes présentent des dimensions exceptionnellement favorables à leurs observations. Nous avons donc jugé utile pour préciser les rapports des mitochondries et des leucoplastes de nous adresser à cette Orchidée et nous nous proposons aujourd'hui de résumer les résultats que nous avons obtenus par son étude.

Observons pour cela la coupe longitudinale d'une pointe de racine de *Phajus* fixée et colorée par la méthode de Regaud. A l'extrémité de la racine, on constate un méristème constitué par de petites cellules, à contenu assez dense, avec un noyau central pourvu de plusieurs nucléoles et un cytoplasme dans lequel se trouvent disséminés de nombreux chondriocontes de petites dimensions.

Immédiatement au-dessus de ce méristème, les cellules parenchymateuses qui résultent de sa différenciation commencent à élaborer l'amidon, les cellules sont volumineuses et renferment un cytoplasme très pauvre, réduit généralement à une mince zone périnucléaire. Le noyau occupe le centre ou la périphérie de la cellule : il contient plusieurs nucléoles de dimensions variables qui souvent sont en voie de division. Les chondriocontes qui, dans le méristème, étaient réparties dans tout le cytoplasme, sont ici exclusivement localisés autour du noyau, en intime contact avec sa membrane. Cette disposition des chondriocontes, constante pendant l'élaboration de l'amidon, montre que le noyau joue un certain rôle dans le phénomène. Les chondriocontes ont augmenté très sensiblement de volume et ont pris la dimension de gros chromosomes; quelques-uns cependant sont restés très grêles. Leur forme est variable : tantôt ce sont des bâtonnets plus ou moins allongés, rectilignes, parfois notablement incurvés et ressemblant à des Bacilles ou à des Spirilles; tantôt ce sont des éléments fusiformes; tantôt ils affectent la forme d'une haltère. Quelques-uns enfin sont à l'état de gros grains sphériques ou en forme de massue. Ces deux derniers aspects correspondent à des stades de division des chondriocontes. Mais, parmi toutes ces formes, celles de bâtonnets et surtout celles de fuseaux sont de beaucoup les plus fréquentes. Ces éléments conservent donc, tout en grossissant, la forme qu'ils avaient dans le méristème : ils présentent, en somme, l'aspect des chondriocontes ordinaires dont ils ne se distinguent que par des dimensions beaucoup plus élevées. Ils se colorent électivement et de la même manière que les mitochondries par les méthodes de Regaud et de Benda. Aussi, malgré leurs dimensions inaccoutumées, peut-on les considérer comme des éléments mitochondriaux. Ils sont d'autre part absolument assimilables aux leucoplastes décrits il y a une trentaine d'années par Schimper.

Parvenu à cet état, chacun de ces éléments produit un grain d'amidon. Celui-ci est élaboré, non pas dans l'intérieur de la mitochondrie comme dans la pomme de terre, mais toujours sur sa surface : il se forme exactement selon le processus décrit par Schimper.

Le grain d'amidon apparaît à un endroit quelconque de la surface du chondrioconte, soit à l'une de ses extrémités, soit sur sa longueur, comme un très petit grain brillant

et incolore qui se détache sur le chondrioconte coloré en noir intense par la méthode de Regaud. L'un des côtés du grain est à nu, l'autre s'enfonce dans la substance mitochondriale. Ce grain s'accroît peu à peu aux dépens du chondrioconte qui, au bout d'un certain temps, lorsque le grain est devenu très gros, finit par se réduire à une petite calotte enveloppant ce dernier sur un de ses côtés. Il arrive assez fréquemment que deux ou plusieurs grains d'amidon naissent simultanément aux dépens du même chondrioconte.

Ces observations confirment donc les résultats que nous avons obtenus dans le tubercule de pomme de terre, mais avec beaucoup plus de précision, étant données les dimensions exceptionnellement favorables des mitochondries de *Phajus grandifolius*. Elles prouvent que l'amidon est toujours le produit de l'activité de mitochondries. Les recherches que nous avons faites sur diverses graines nous ont montré qu'il en est de même pour l'amidon transitoire qui apparaît dans les embryons au début de la germination, mais ici les mitochondries (grains mitochondriaux ou chondriocontes) sont tellement petits qu'il est beaucoup plus difficile de suivre les processus de formation des grains d'amidon. Aussi s'explique-t-on facilement que certains auteurs, entre autres Belzung, n'ayant pu parvenir à les différencier, aient été amenés à admettre que l'amidon transitoire naît librement dans le cytoplasme sans le concours de leucoplastes.

Dans notre précédente Note, nous avions cru devoir conclure que les leucoplastes de Schimper sont le produit d'une légère différenciation de mitochondries, parce que celles-ci subissent une certaine augmentation de volume avant d'élaborer l'amidon. Il nous semble aujourd'hui qu'il y a lieu de modifier cette interprétation et de considérer les leucoplastes comme absolument assimilables aux mitochondries.

Ce résultat est important à plusieurs points de vue.

Au point de vue botanique, il éclaircit les nombreuses obscurités qui subsistaient au sujet de la question de l'origine de l'amidon. Étant donnée la difficulté que présente la différenciation des mitochondries, il permet d'expliquer que certains auteurs n'aient pu vérifier les résultats de Schimper et aient été conduits à nier, au moins dans certains cas, l'existence des leucoplastes. Il explique, en outre, certaines particularités des leucoplastes qui avaient servi d'arguments aux adversaires de la théorie de Schimper, notamment le fait qu'on a trouvé des leucosplastes dans les cellules où il n'y a ni élaboration d'amidon, ni formation de chlorophylle ou d'autres dérivés des leucoplastes, puisqu'on sait par les études qui ont été faites dans la cellule animale que les mitochondries sont le point de départ de la plupart des sécrétions et ont par conséquent des rôles multiples. Enfin, il précise nos connaissances sur les leucoplastes qui jusqu'ici étaient restés très peu connus par suite de l'insuffisance des techniques employées. Au point de vue de la cytologie générale, il jette un jour définitif sur la question du rôle des mitochondries en apportant un argument décisif en faveur

de l'opinion qui tend à prédominer que les mitochondries sont des organites aux dépens desquels s'élaborent les produits de sécrétion de la cellule.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'électricité à courant continu sur le développement des plantes.* Note de M. **François Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Quelle est l'influence de l'électricité sur le développement des plantes? Tel est l'objet de très anciennes recherches. On a observé l'influence de l'électricité atmosphérique dès le commencement du XVIIIe siècle. On a cherché l'effet de l'électricité statique artificielle depuis que Guericke et Bose ont découvert la machine électrique à frottement (1774) et celle de l'influence des courants voltaïques depuis que Volta a construit sa première pile (1800). Depuis ces différentes époques plus de 350 auteurs se sont occupés d'élucider la question. Les résultats de ces études sont très discordants. Une partie des chercheurs a été enthousiasmée par les bons effets favorisant le développement et la fructification des plantes; une autre partie, au contraire, a trouvé l'influence retardatrice et mauvaise. Enfin, il en est qui n'ont constaté aucun effet.

C'est depuis l'année 1907 que je m'occupe d'étudier l'influence de l'électricité sur le développement des plantes. J'ai fait des recherches dans mon laboratoire et en plein air. J'ai étudié l'influence de l'électricité sur la germination des graines ainsi que sur le développement successif des plantes herbacées et ligneuses, agricoles et forestières. La plus grande partie de mes études a porté sur le Blé (*Triticum sativum*). La germination et le développement assez rapide de cette plante se prête très bien aux recherches méthodiques et précises des phénomènes en question. Les résultats que j'ai obtenus, je les ai vérifiés et généralisés par des expériences exécutées sur d'autres plantes herbacées ou ligneuses et quelques Cryptogames : *Secale cereale*, *Avena sativa*, *Hordeum distichum*, *Vicia sativa*, *V. Faba*, *Stellaria media*, gazon naturel formé de Graminées diverses, *Abies alba*, *Picea excelsa*, *Pinus silvestris*, *P. nigra*, *Larix europæa*, *Robinia pseudacacia*, *Betula verrucosa*, *Tilia parvifolia*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus pedunculata*, flore de Mousses naturelles et d'Algues d'espèces diverses, Champignons de genres divers.

Les expériences que j'ai faites dans les deux premières années n'ont été que des études préliminaires. Après en avoir trouvé les résultats généraux, je les ai recom-

mencées et, depuis 1908, j'ai soumis la question à des recherches méthodiques. Depuis le commencement de mes études, j'ai fait jusqu'ici plus de 1100 expériences sur plus de deux millions de plantes herbacées et ligneuses. Dans ces recherches j'ai mesuré avec soin les facteurs physiques, chimiques et biologiques par des procédés et au moyen d'appareils de mesure d'une très grande précision. J'ai noté les valeurs de ces éléments, et au stade de développement le plus caractéristique, j'ai fait la photographie de chaque expérience.

Je me suis servi de vases de culture en porcelaine de 43^{cm} sur 53^{cm} ayant des bords de $7^{cm},5$ de haut. Je les ai remplis de terre et j'ai semé les grains en lignes régulières de 100 grains et j'ai arrosé convenablement. Les électrodes en platine de $1^{cm},5$ sur $1^{cm},5$ étaient à 47^{cm} l'une de l'autre. J'ai préparé chaque expérience de façon que les conditions puissent être toujours comparables entre elles. Le seul facteur variable était celui dont je voulais connaître l'influence. Durant l'expérience, j'ai compté le nombre de grains germés et j'ai mesuré plusieurs fois la longueur de chaque plante. Ces données m'ont fait voir l'influence plus ou moins énergique de l'électricité sur le développement de la plante.

En plus de ces recherches de laboratoire, j'ai fait des recherches analogues en plein air, dans le sol naturel, mais sur une plus grande échelle.

L'énergie électrique a été fournie, suivant l'intensité et le potentiel désirés, par des piles Meidinger, des piles thermo-électriques, des accumulateurs et des machines dynamo-électriques.

Les résultats de mes recherches confirment les conclusions des auteurs qui ont trouvé une influence retardatrice. L'effet de l'électricité à courant continu est décidément nuisible à la germination des graines et au développement des plantes.

Les graines placées au voisinage des électrodes sur un espace plus ou moins grand ne germent pas, ou, si elles germent, leurs pousses sont chétives. L'effet est évidemment nuisible sur toute la surface du vase de culture, principalement sur la ligne située entre les deux électrodes.

J'ai constaté que l'électricité agit, même aux points correspondants d'expériences exécutées de façon analogue, d'une manière variable avec le changement des conditions.

Non seulement les facteurs principaux de l'électricité (potentiel, intensité, etc.), mais aussi les facteurs secondaires modifient les résultats ; aussi, tantôt, même au voisinage des électrodes, c'est à peine si l'on soupçonne l'effet de l'électricité; tantôt, au contraire, toute la surface comprise entre les deux électrodes devient stérile.

J'ai réussi à déterminer définitivement les facteurs qui jouent différents rôles dans l'effet compliqué de l'électricité. Ce sont les suivants :

1° *Les propriétés physiques de l'électricité : le potentiel et l'intensité du cou-*

rant ; la conductibilité du milieu où la plante se développe ; la forme, la grandeur et la distance des électrodes ; la position relative de la plante ou d'une partie de la plante dans l'espace par rapport à la position des électrodes ; la densité de l'électricité, le temps pendant lequel elle agit, etc.

2° *Les facteurs physiques et biologiques qui influent sur la vie de la plante : la chaleur, l'humidité du sol et de l'air, la lumière et les conditions physiques de nutrition de la plante. La chaleur et l'humidité agissent non seulement par la modification des circonstances biologiques, mais par la modification de la conductibilité et d'autres facteurs électro-physiques du milieu de la plante.*

3° *Les matières chimiques qui servent d'aliments et forment le milieu de la plante jouent un rôle dans la conductibilité électrique, ou l'emplacement des lignes de force électriques.*

4° *Les matières chimiques qui se forment par la décomposition électrolytique, s'accumulent aux environs des électrodes et modifient la constitution physique, chimique et biologique du milieu de la plante.*

Pour plus de détails, je me propose de publier ultérieurement mes études.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L'humus est-il une source directe de carbone pour les plantes vertes supérieures?* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis qu'il a été établi que certaines matières organiques relativement simples, telles que les sucres, sont absorbées par les plantes supérieures et peuvent constituer pour elles des aliments, on s'est demandé s'il n'en était pas de même de substances plus complexes et particulièrement des matières humiques ; la question présente, en outre de son intérêt théorique, une grande importance pratique. De nombreux travaux ont mis en évidence l'action de l'humus sur la végétation par les substances azotées et minérales qu'il contient, mais, ainsi qu'a pu l'écrire récemment G. André [1], la nutrition carbonée de la plante aux dépens de la matière humique du sol *n'a pas encore été démontrée*. J'ai cherché à apporter une réponse à cette question en comparant la quantité de carbone contenue dans les plantes développées sur du terreau stérilisé, à l'abri du gaz carbonique de l'air, à la quantité de

---

[1] G. André, *Chimie végétale*, Paris, 1909, p. 109.

carbone contenue dans la plantule; la différence représentera le carbone provenant de substances constitutives du terreau.

A cet effet, j'ai effectué une série de cultures dans des tubes semblables à ceux qui m'ont servi dans des recherches antérieures; ils contenaient une quantité égale, 60g, de terreau humide, débarrassé de tout gravier; certains étaient portés à l'autoclave à 120° pendant 1 heure et ce traitement était répété après un intervalle de 24 heures; les tubes étaient ensemencés avec des graines de Radis, les unes stérilisées, d'autres ne subissant aucun traitement antiseptique; ces graines étaient choisies aussi semblables que possible et avaient un poids moyen de 12mg qui correspondait à un poids sec de 9mg,5 pour la plantule. Enfin certains tubes étaient simplement fermés par un tampon d'ouate, permettant les échanges gazeux entre l'atmosphère interne du tube et l'air extérieur; d'autres étaient hermétiquement fermés à l'aide d'un bouchon de caoutchouc enduit de vaseline à laquelle était incorporé du bichlorure de mercure. Les cultures ont eu une durée d'un mois et les différentes séries ainsi que les résultats correspondants, concernant les rendements en substance fraîche et substance sèche, sont représentés par le Tableau suivant :

			Poids frais moyens.	Poids secs moyens.	Augmentation du poids sec par rapport à la plantule.
			mg	mg	
Graines stérilisées.	Terreau non chauffé.	Tubes ouverts (I) ..	623	23,8	14,1
		Tubes fermés (II)...	1015	39,8	30,3
	Terreau chauffé à 120°.	Tubes ouverts (III) .	546	32,5	23
		Tubes fermés (IV)..	616	42	32,5
Graines non stérilisées.	Terreau chauffé à 120°.	Tubes ouverts (V)..	1556	83,2	73,7

Que le rendement soit plus considérable en (II) qu'en (I), cela s'explique aisément par le fait qu'une partie du gaz carbonique provenant de la fermentation du terreau s'échappe par le coton qui ferme l'orifice des tubes (I), alors qu'il est tout entier utilisé dans les tubes fermés avec un bouchon de caoutchouc.

Dans la série (V) le développement des Mucédinées dans toute l'épaisseur du terreau et à sa surface est très apparent et il en résulte une production de gaz carbonique qui donne une récolte plus abondante que partout ailleurs; mais il paraît paradoxal d'observer un poids sec plus considérable pour les plantes cultivées sur du terreau porté à 120° que pour celles qui se sont développées sur le terreau n'ayant subi aucun traitement; ce fait tient à deux causes : le terreau chauffé dans les conditions indiquées dégage encore du gaz carbonique, bien qu'en moins grande quantité que le terreau non stérilisé; d'autre part, si les deux chauffes à 120° pendant 1 heure n'ont

pas suffi à détruire toutes les bactéries capables de transformer les matières humiques, elles ont par contre tué toutes les Algues vertes qui dans les séries (I) et (II) apparaissent très abondantes au bout de quelques jours et utilisent à leur profit une part très appréciable du gaz carbonique dégagé.

Ces premières expériences mettent en évidence l'action que l'humus peut exercer sur la végétation par sa production d'anhydride carbonique; je montrerai ailleurs que certains caractères de morphologie extérieure et d'anatomie des plantes cultivées en châssis et sur terreau s'expliquent par cela même; mais pour se rendre compte de la part qui peut revenir dans le rendement observé en tubes fermés à l'utilisation directe des matières humiques, il est nécessaire d'empêcher tout dégagement de gaz carbonique ou de tenir compte de celui-ci; c'est à cette seconde méthode que j'ai été obligé d'avoir recours, car je n'ai pu réussir à obtenir par un traitement du terreau à 120°, même pendant 6 heures, la cessation d'une production de gaz carbonique. J'ai donc refait une nouvelle série de cultures de Radis en tubes tous fermés, contenant du terreau ainsi longuement chauffé à l'autoclave; d'autre part, 10 tubes semblables aux précédents, contenant le même poids de terreau et traités de la même manière, mais non ensemencés, renfermaient un tube à peu près plein d'eau de baryte qui fixait le gaz carbonique dégagé par le terreau et permettait d'en apprécier la quantité; 10 autres tubes, abandonnés à eux-mêmes comme les précédents, pendant tout le temps qu'ont duré les cultures, présentaient un tube à dégagement qui permettait, à la fin de l'expérience, d'effectuer des prises de l'atmosphère interne; par l'analyse de celle-ci et par le jaugeage des tubes, on pouvait également évaluer la quantité de gaz carbonique produit à l'intérieur de chacun des tubes; il résulte de ces analyses que le poids du carbone correspondant au gaz carbonique dégagé dans les différents tubes témoins, pour la durée totale des cultures (23 jours), était de 8^{mg} avec un écart possible de 1^{mg}; le poids moyen des Radis obtenus dans ces cultures, desséchés à 105°, était de $26^{mg},3$; l'analyse élémentaire donnait un poids moyen de $11^{mg},7$ de carbone. Si l'on retranche de ce poids la somme des poids de carbone contenus dans la plantule ($4^{mg},8$) et dans le gaz carbonique assimilé (8^{mg}) on trouve une différence de $-1^{mg},1$, alors qu'on s'est assuré qu'au moment de la récolte, qui avait lieu vers 4^h du soir, il ne restait plus de gaz carbonique libre dans l'atmosphère du tube; cette différence est précisément de l'ordre de l'incertitude qui pèse sur la quantité de gaz carbonique dégagé dans les différents tubes.

Une autre série d'expériences faites dans des conditions identiques, mais

à une autre époque et ayant duré 30 jours, a fourni des Radis dont le poids sec moyen était de $41^{mg},8$ correspondant, d'après l'analyse élémentaire de ces matériaux, à $19^{mg},3$ de carbone; la quantité de carbone provenant du gaz carbonique dégagé a été de $13^{mg},1$; la différence $19,3 - [4,8 + 13,1] = 1^{mg},4$ est positive cette fois, mais ne s'éloigne pas sensiblement de la limite d'erreur signalée.

J'ai tenu à faire ces premières expériences sur un humus naturel, que les plantes ont à leur disposition; il sera relativement plus facile d'opérer avec des matières définies, telles que des humates préparés artificiellement, parce qu'il sera possible de les stériliser d'une manière absolue et de se mettre à l'abri de la cause d'incertitude qui résulte du dégagement de gaz carbonique; mais ces premiers résultats permettent déjà de conclure que, si des matières humiques sont assimilées directement par les plantes vertes, ce n'est que d'une manière tout à fait insignifiante.

CHIMIE AGRICOLE. — *Comparaison des résultats obtenus par la macération et par la diffusion dans les distilleries agricoles de betteraves.* Note de M. **Louis Ammann**, présentée par M. A. Müntz.

Des différents procédés que la distillerie de betteraves peut employer pour extraire le sucre contenu dans les racines qu'elle travaille, diffusion, macération, râpage et pressurage, diffusion continue (système Collette), les deux premiers seulement sont employés par la distillerie agricole : les petites usines travaillent par macération et épuisent les cossettes au moyen de la vinasse qui sort de la colonne à distiller; les usines plus importantes suivent les procédés de la diffusion, en simplifiant un peu le travail, tel qu'il est pratiqué dans les sucreries, et en employant, comme liquide extracteur, de la vinasse plus ou moins additionnée d'eau.

Le travail par macération est beaucoup plus facile à diriger que le travail par diffusion. Ce dernier exige un personnel très exercé; entre des mains inexpérimentées, il peut occasionner de graves mécomptes. La diffusion bien menée, au contraire, donne un épuisement rapide et parfait des cossettes; le travail par macération peut-il, à ce point de vue, soutenir la comparaison avec le travail par diffusion?

Pour résoudre cette question, pour savoir si les petits distillateurs, qui travaillent par macération les produits de leur propre récolte, peuvent néanmoins prétendre obtenir des résultats aussi parfaits que les distilleries

à allure plus industrielle, nous avons, pendant deux campagnes de distillerie successives, suivi un certain nombre d'usines, dosant le sucre contenu dans les cossettes qui entraient soit dans les diffuseurs, soit dans les macérateurs, et dosant le sucre restant dans la pulpe extraite de la batterie d'épuisement. Nous avons obtenu les résultats suivants, qui représentent les moyennes de tous les dosages effectués :

	Sucre pour 100 des cossettes.	Sucre pour 100 de la pulpe.	Sucre extrait pour 100 du sucre total mis en œuvre.
Diffusion...	10,42	0,60	96,54
	11,58	0,71	96,37
	13,68	0,22	99,04
	14,99	0,22	99,13
	15,19	0,39	98,48
Macération .	15,71	0,37	98,59
	14,34	0,41	98,32
	14,54	0,20	99,17
	13,76	0,20	99,12
	16,80	0,197	99,28

De ce Tableau on peut conclure que les deux procédés, mis en parallèle, diffusion et macération, donnent des résultats aussi parfaits l'un que l'autre, et les petites distilleries peuvent employer la macération en toute confiance, certaines de ne pas laisser de sucre dans les pulpes données aux animaux.

Toutefois, le résultat cherché peut être obtenu plus rapidement en diffusion qu'en macération, et en faisant passer sur les cossettes une quantité de liquide moindre. Si les cossettes séjournent dans les diffuseurs de 1 heure 45 minutes à 2 heures, elles restent le double de temps (4 heures) dans les macérateurs et si, en diffusion, on peut ne tirer que 135^{l} à 170^{l} par 100^{kg} de betteraves, on en tire souvent plus de 200^{l} en macération.

En résumé, la batterie de macération reste l'outil indiqué pour une petite installation, pour un personnel peu exercé; la batterie de diffusion, plus rapide, moins encombrante, a sa place marquée dans les usines travaillant plus de 50000^{kg} à 60000^{kg} de betteraves par jour.

ANTHROPOLOGIE CRIMINELLE. — *Morphologie des assassins, homicides volontaires et meurtriers français.* Note (¹) de MM. **A. Marie** et **Léon Mac-Auliffe**, présentée par M. Edmond Perrier.

De nouvelles recherches confirment les résultats statistiques que nous avons précédemment signalés, à savoir que les assassins français sont en majorité grands et appartiennent pour la plupart au type Musculaire, c'est-à-dire présentent une prédominance de l'appareil du même nom, qui se manifeste par des membres longs et vigoureux, un buste moyen, une face carrée ou rectangulaire (²). Enfin l'immense majorité d'entre eux a subi un développement massif. Les membres et la tête elle-même sont grands par rapport à la taille.

Sur 200 assassins français, 105 sont grands puisqu'ils dépassent $1^{m},675$; 49 sont moyens, 46 sont petits.

Les criminologistes avaient signalé avant nous la fréquence de la grande envergure dans cette catégorie de criminels.

En effet, nous l'avons observée 87 fois sur 200 (61 moyennes, 52 petites).

Cette particularité, qui semblait jusqu'à présent inexplicable, a pour cause le développement massif général de ces individus.

Toutefois les membres supérieurs sont chez eux moins développés qu'on ne l'a prétendu, et ce qui a été dit des mains d'assassins en particulier est infirmé par notre statistique.

La grande envergure paraît due surtout au développement considérable du diamètre bi-acromial.

En effet, la coudée n'a été trouvée grande que 72 fois sur 200 (coudées moyennes, 62; petites, 66); le médius et l'auriculaire n'ont pas de dimensions très caractéristiques.

Médius : grands, 76; moyens, 46; petits, 78.

Auriculaires : grands, 67; moyens, 65; petits, 78.

Les membres inférieurs et les pieds sont en majorité grands par rapport à la taille (87 fois sur 200).

(¹) Présentée dans la séance du 22 janvier 1912.

(²) A. Chaillou et L. Mac-Auliffe, *Morphologie médicale*. Paris, Doin; 1912. Les documents étudiés nous ont été fournis par le Service d'identité judiciaire de la Préfecture de Police.

La tête est de grande longueur (86 fois sur 200), de grande largeur (83 fois sur 200).

En résumé, la plupart des assassins, meurtriers homicides ont subi un développement massif portant sur l'ensemble du corps (à l'exception du buste, du moins dans le sens de la hauteur et des extrémités distales des membres supérieurs).

ANTHROPOLOGIE. — *L'usure des dents de première et de seconde dentition des hommes de la période néolithique est due au géophagisme.* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. A. Dastre.

Depuis longtemps on a constaté que les dents des squelettes *adultes*, trouvés dans les sépultures de l'époque de la pierre polie, dite *époque néolithique*, présentent, presque toutes, une *usure* très particulière et considérable, bien plus marquée en tout cas que sur les dents de l'époque moderne et même du moyen âge (Broca, Magitot, etc., etc.). On a appelé cette variété *usure paléontologique*. Elle a des caractères qui permettent de la reconnaître facilement: d'abord sa constance et son *intensité*, proportionnelle à l'âge, si bien que récemment on a pu se baser sur elle (Siffre, M. Baudoin, etc.), pour reconnaître l'âge des squelettes néolithiques; puis la *forme* qu'elle affecte, et qui est forcément en sens contraire, aux deux mâchoires, le maxillaire supérieur encadrant l'inférieur (Magitot).

Jusqu'à ces derniers temps on n'avait pas songé à examiner, à ce point de vue, les dents des squelettes d'*enfants* de la Pierre polie (usure des dents de première dentition). J'ai fait, en 1910, cette recherche sur les squelettes d'enfants en bas âge que j'ai recueillis dans la grotte sépulcrale de Vendest (Seine-et-Marne) et ailleurs.

Grand fut mon étonnement en constatant que cette usure était très fréquente aussi sur ces dents, et surtout localisée aux premières prémolaires. J'ai pu, sur une quinzaine de crânes de sujets âgés de 3 à 7 ans, étudier l'*apparition* et le *développement* de cette usure, et montrer, en étudiant ensuite de nombreux squelettes d'*adolescents*, âgés de 8 à 18 ans, (avant l'apparition de la dent de sagesse), qu'en somme le phénomène était le même, de 3 ans à l'âge adulte, et que, par suite, la *cause déterminante* de cette usure devait commencer à agir dès l'apparition des premières molaires de première dentition, pour se poursuivre toute la vie durant du

sujet! Dans ces conditions cette cause devait résider dans une *alimentation spéciale*, commune aux enfants et aux adultes.

Pour en reconnaître la nature, j'eus l'idée d'examiner si, chez les *animaux omnivores* comme l'homme, on trouvait quelque chose d'analogue. Je commençai par le *cochon domestique* en ayant soin de choisir des squelettes modernes et anciens, et, bien entendu, des animaux très jeunes, n'ayant encore que leurs dents de première dentition.

Possédant un certain nombre d'exemplaires de crânes de cochons d'époque *gauloise*, trouvés au cours de mes fouilles des puits funéraires de Vendée, je constatai de suite que ces jeunes cochons présentaient une usure bien plus considérable encore que les enfants au-dessous de 7 ans, tandis que cette usure manquait totalement chez les jeunes herbivores (Bovidés, Ovidés, Capridés, etc.) et était moins marquée, quoique existante, que chez les jeunes cochons actuels.

Immédiatement, me rappelant les habitudes alimentaires de nos cochons domestiques, qui fouillent constamment le sol de leur groin et absorbent avec leurs aliments ou entre leurs repas de la terre en quantité notable, j'en arrivai à conclure que l'*usure précoce* (1re dentition) en question ne pouvait être, comme la *tardive* (2e dentition), qu'en rapport avec cette absorption, et la mastication d'aliments très chargés en *grains de sable:* d'où l'usure par *polissage*.

Appliquant alors à l'homme le même raisonnement, j'en conclus que les néolithiques usaient beaucoup leurs dents, parce qu'ils mangeaient, dès leur plus tendre enfance, une nourriture très chargée en *sable:* fait d'autant plus admissible qu'ils étaient des mangeurs de racines et de graines, plus ou moins bien écrasées sur des meules très primitives, la plupart du temps en *grès*, très friable.

Restait à faire une contre-épreuve démonstrative, facile à imaginer, si l'on se souvenait d'un fait bien connu en Anthropologie : *le géophagisme*, coutume qui consiste à *manger de l'argile*, et qui s'observe un peu partout dans le monde entier (Afrique centrale ; Soudan égyptien ; Laos siamois ; Amérique du Sud ; etc.). Il fallait examiner les dents de première dentition des enfants des populations géophages (on sait, depuis quelque temps seulement d'ailleurs, que les enfants de ces peuples sont bien géophages aussi comme les adultes) ; et, si l'hypothèse émise plus haut était exacte, on devait trouver chez eux des dents également *usées* avant l'âge adulte.

Pour vérifier le fait, je priai un médecin colonial, M. le Dr Maupetit (d'Oubone, Laos siamois), qui avait observé là-bas des *enfants géophages*

(1911), de vouloir bien étudier leur denture, sans lui dire quelle idée directrice me guidait. Le résultat de cet examen, inédit (aucun travail n'a été encore publié sur l'état des dents des géophages), vient d'arriver par le courrier d'Indo-Chine : il est remarquable. Sur neuf enfants géophages (filles et garçons), âgés de 4 à 8 ans, dans tous les cas, *sans aucune exception, l'usure est très considérable*, et tout à fait *superposable* à celle des dents des enfants néolithiques de même âge. La preuve est donc faite ; elle est irréfutable.

Comme l'usure est plus grande chez les géophages que chez les néolithiques, on ne peut pas affirmer que tous les hommes de la Pierre polie d'Europe, du bassin de Paris en particulier, étaient atteints de *géophagisme* (maladie sociale des civilisations primitives, au même titre que l'opiomanie, le tabagisme, etc.). Mais il est prouvé par là qu'ils étaient, sans le savoir ou non, et atteints ou non de cette passion, des *mangeurs de terre et de sable!* Ce qu'il fallait démontrer.

Il est très probable, d'ailleurs, que le *géophagisme* vrai existait en Europe à l'époque néolithique, comme il persiste encore aujourd'hui chez nombre de peuplades d'Asie et d'Afrique, qui en sont restées à la mentalité des hommes de la pierre polie.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les relations des phénomènes d'osmose et des effluves électriques*. Note de M. **L.-A. Pelous**, présentée par M. A. Dastre.

L'étude de l'influence des décharges de haute fréquence sur les phénomènes de la vie végétale m'a conduit à rechercher les relations que les phénomènes électriques pouvaient avoir avec les phénomènes d'osmose.

Pour cette recherche, je me servais d'un osmomètre hémiperméable au ferrocyanure de cuivre contenant la solution étudiée. Je faisais passer à travers cette solution et la membrane l'effluve obtenu par les décharges d'une bobine d'induction. Les électrodes enveloppées d'un isolant (tube de verre) plongeaient, l'une dans la solution, l'autre dans le liquide extérieur. Dans ce cas, on n'observe aucun phénomène d'électrolyse. La température étant maintenue constante, j'ai mesuré, au cathétomètre, le temps d'ascension du ménisque dans le tube de l'osmomètre. Les observations, faites d'abord sans production d'effluve, puis pendant le passage de ce dernier, sont les moyennes des temps employés par le ménisque à parcourir 1^{cm}; les moyennes sont obtenues par 5 ou 10 observations consécutives.

Les solutions étudiées ont été des solutions de sucre, de AzO^3K et de NaCl.

Résultats trouvés. — 1° L'effluve accroît la vitesse osmotique. (Aucun effet ne se produit si l'effluve passe seulement dans le liquide extérieur à l'osmomètre.)

Ainsi, les temps employés à parcourir 1^{cm} sont, pour les solutions étudiées :

Solution de sucre à 10 pour 100:

$$T_0 = 15^m 22^s, \qquad T_1 = 4^m 48^s.$$

Solution de AzO^3K à 10 pour 100 :

$$T_0 = 3^m 0^s \tfrac{1}{5}, \qquad T_1 = 1^m 49^s.$$

Solution de NaCl à 5,8 pour 100 :

$$T_0 = 3^m 41^s, \qquad T_1 = 1^m 37^s.$$

2° L'accroissement est une fonction du potentiel sous lequel s'effectue la décharge. (Ne pouvant mesurer les tensions, je les ai appréciées d'une façon toute relative en mesurant l'intensité du courant inducteur.)

Ainsi, avec la solution de sucre à 10 pour 100, on a :

$T_0 = 15^m 22^s$
$T_1 = 4^m 48^s$ Courant inducteur $= 1^{amp},8$.
$T_2 = 1^m 37^s$ » » $= 3^{amp}$.

3° L'accroissement persiste quelque temps dans les solutions de NaCl et AzO^3K (électrolytes), puis s'atténue progressivement.

4° Dans les solutions de sucre, l'accroissement disparaît avec la cause qui l'a produit et est suivi d'une *dépression post-osmotique* d'autant plus considérable qu'il a été lui-même plus grand et que la solution était plus diluée. La vitesse osmotique redevient ensuite normale.

5° La dépression post-osmotique n'apparaît pas si la solution sucrée contient des traces d'un électrolyte.

6° L'accroissement est plus considérable pour les solutions étendues que pour les solutions concentrées.

7° La pression osmotique, développée par une solution, est aussi sous la dépendance de l'effluve ; le passage de ce dernier l'accroît temporairement.

8° Les effluves obtenus par les décharges oscillantes de haute fréquence ont les mêmes effets que les effluves de basse fréquence.

ZOOLOGIE. — *La surface de l'intestin chez les Mammifères.* Note (¹) de M. A. MAGNAN, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons dans une Note précédente (²) montré l'influence du régime alimentaire sur la longueur de l'intestin des Mammifères. Mais la longueur ne représente qu'une des dimensions de l'intestin; la surface est aussi intéressante à étudier. Aussi avons-nous considéré la surface intestinale qui tient compte de ces deux dimensions.

Nous avons évalué la surface de l'intestin de deux façons, soit en ouvrant ce viscère et en l'étalant, soit en calculant la surface latérale du tube intestinal que nous avons assimilé à une série de cylindres successifs.

Les surfaces ainsi obtenues ont été rapportées à la surface du corps calculée par la formule $S = K\sqrt[3]{P^2}$, P étant exprimé en grammes. Voici les résultats, suivant les différents régimes :

	Poids moyen.	Rapport de la surface de l'intestin à la surface du corps $S = K\sqrt[3]{P^2}$.
	g	
Insectivores	7,20	2,2
Carnivores	546,70	3,5
Piscivores	5760	3,9
Omnivores	102,90	4,5
Omnicarnivores	192	4,9
Frugivores	759,60	5,6
Granivores	168,70	5,6
Herbivores	47344,70	6,2

Il ressort immédiatement de l'examen de ce Tableau que ce sont les groupes qui se nourrissent d'animaux qui ont le moins de surface intestinale et les végétariens qui en offrent le plus. Il n'y a ici aucune exception. Les Omnicarnivores qui se trouvent avoir une grande longueur d'intestin possèdent une petite surface intestinale qui les classent avec les autres espèces à régime carné.

Nous avons déjà effectué les mêmes recherches sur les Oiseaux (³). Le Tableau suivant permettra mieux de faire les comparaisons :

(¹) Présentée dans la séance du 22 janvier 1912.

(²) A. MAGNAN, *Le régime alimentaire et la longueur de l'intestin chez les Mammifères* (*Comptes rendus*, 15 janvier 1902).

(³) A. MAGNAN, *La surface totale de l'intestin chez les Oiseaux* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 9 décembre 1911).

Mammifères.	Surface relative d'intestin (surface du corps $S = K\sqrt[3]{P^2}$).	Oiseaux.	Surface relative d'intestin (surface du corps $S = K\sqrt[3]{P^2}$).
Insectivores	2,2	Omnicarnivores	1,1
Carnivores..............	3,5	Carnivores	1,2
Piscivores........	3,9	Insectivores.............	1,7
Omnivores..............	4,5	Piscivores..............	1,8
Omnicarnivores	4,9	Omnivores..............	2,1
Frugivores	5,6	Frugivores..............	2,3
Granivores.	5,6	Herbivores	2,3
Herbivores	6,2	Granivores	2,4

Le classement ressort encore identique dans les deux classes de Vertébrés, ce qui vient confirmer le bien fondé de nos recherches.

Nous avons omis à dessein l'étude des replis de la muqueuse (villosités, etc.). Nous estimons qu'il intervient là un nouvel élément auquel nous consacrons nos recherches présentes.

BIOMÉTRIE. — *La variation chez les Papillons de* Bombyx Mori. Note de M. **A. Comte**, présentée par M. Edmond Perrier.

C. Maillot considérait les papillons de *Bombyx Mori* comme très uniformément semblables. Coutagne a montré qu'au point de vue seul de la pigmentation, ces papillons pouvaient varier, soit dans le sens de l'albinisme, soit dans celui du mélanisme. Dans ce dernier sens, la variation peut se faire de deux façons : 1° par mélanisme uniforme de la coloration foncière, c'est le cas de la race à papillons noirs créée par M. de l'Arbousset; 2° par mélanisme des ornements, le fond restant clair, c'est un cas que j'ai observé sur certains individus de race française.

J'ai étudié, par la méthode biométrique, douze cents papillons des deux sexes appartenant à quatre-vingt-dix races; j'ai examiné les variations de deux caractères : envergure et longueur du corps.

L'envergure chez les mâles varie de $41^{mm},5$ à $56^{mm},5$; la plus grande fréquence s'observe à 50^{mm}, elle est présentée par 90 individus; la plus petite, présentée par 10 individus, à 45^{mm}, $54^{mm},5$, 56^{mm}, $56^{mm},5$.

L'envergure chez les femelles varie de 43^{mm} à 57^{mm}; la plus grande fréquence s'observe à $47^{mm},5$, présentée par 60 individus; la plus petite, présentée par 10 individus, à 45^{mm}, 46^{mm}, $52^{mm},5$, $56^{mm},5$, 57^{mm}.

La longueur du corps chez les mâles varie de 16^{mm} à 25^{mm}; la plus grande fréquence

s'observe à 21^{mm}, présentée par 140 individus; la plus petite, présentée par 10 individus, à 24^{mm} et 25^{mm}.

La longueur du corps chez les femelles varie de $19^{mm},5$ à $28^{mm},5$; la plus grande fréquence s'observe à 26^{mm}, présentée par 10 individus; la plus petite, présentée par 10 individus, à 20^{mm}, $20^{mm},5$, $28^{mm},5$.

Dans l'un et l'autre cas, la courbe des variations chez les femelles est beaucoup plus polynodale que chez les mâles; le sexe femelle a été, au point de vue biométrique, beaucoup plus influencé par la variation que le sexe mâle.

Si l'on examine le rapport de l'envergure à la longueur du corps, on constate qu'il varie chez les mâles depuis 2 à 3 avec un maximum à 2,4 présenté par 150 individus; chez les femelles, ce rapport varie de 1,8 à 2,7 avec un maximum à 2 présenté par 290 individus.

Un tel rapport est sans relation avec l'aptitude au vol des papillons. Si on laisse tomber, d'une hauteur de quelques mètres, des mâles fraîchement éclos, on constate que certains d'entre eux, de races diverses d'ailleurs, ne tombent pas verticalement mais décrivent, obliquement au vol, un trajet d'une certaine longueur. Ces individus, mensurés, montrent que l'aptitude au vol ne dépend pas de la grandeur du rapport de l'envergure à la longueur du corps.

Si l'on examine la variation dans chacune des races considérées isolément, on voit qu'elle est plus ou moins importante dans chaque groupe. Dans certaines races, la variation dans les deux sexes est très minime. Exemple : race Matomakushi, mâles de 17^{mm} à $18^{mm},5$, femelles de 21^{mm} à $22^{mm},5$; race Saku-Uchi, mâles de $18^{mm},5$ à 20^{mm}, femelles de 22^{mm} à 23^{mm}. Dans d'autres, la variation très faible, chez les mâles, est très grande chez les femelles. Exemple : race Akasiku (éducation française), mâles de $17^{mm},5$ à $18^{mm},5$, femelles de 19^{mm} à 23^{mm}.

Quelquefois l'on observe l'inverse. Exemple : race Usu-Aka, mâles de 14^{mm} à 19^{mm}, femelles de 22^{mm} à $22^{mm},5$.

Enfin, le plus souvent, les deux sexes montrent d'importantes variations. Exemple : race Datenishiki, mâles de $16^{mm},5$ à 21^{mm}, femelles de 19^{mm} à 24^{mm}; Chine blanc, mâles de 15^{mm} à $17^{mm},5$, femelles de $18^{mm},5$ à $23^{mm},5$.

Ici encore, on observe qu'en général le sexe femelle présente de plus grandes variations que le sexe mâle.

Une même race, élevée dans des localités différentes, donne des papillons de dimensions très différentes. Tel est le cas de la race Or Chine, si utilisée pour les croisements, et dont j'ai examiné des lots de quatre localités : une

des Basses-Alpes, deux du Var et une des Hautes-Alpes. Les dimensions moyennes des mâles, pour les quatre lots, sont : longueur $18^{mm},5$, 18^{mm}, $16^{mm},5$, $18^{mm},5$; envergure $46^{mm},5$, 45^{mm}, 44^{mm}, $44^{m},5$. Les dimensions moyennes des femelles, pour les quatre lots, sont : longueur 22^{mm}, 23^{mm}, $22^{mm},5$, $21^{mm},5$; envergure $47^{mm},5$, $45^{mm},5$, $45^{mm},5$, $45^{mm},5$.

Dans ce cas encore, les deux sexes sont influencés différemment, mais ce sont les mâles qui ont le plus varié, les femelles bien moins, surtout en ce qui concerne l'envergure. Ce résultat est conforme à celui constaté par A. Pictet, en étudiant l'influence de l'alimentation sur la variation des papillons.

La plus grande variation observée, chez les femelles des quatre-vingt-dix races que j'ai étudiées, doit donc résulter moins des conditions de vie immédiates de ces individus que des croisements de leurs progéniteurs.

PARASITOLOGIE. — *Sur une maladie du Dattier, le khamedj ou pourriture du régime.* Note de M. **Trabut**, présentée par M. Guignard.

Le khamedj, ou pourriture du régime du Dattier, est regardé par les indigènes qui cultivent les oasis des Zibans comme la maladie la plus grave de leurs palmiers.

Dans toutes les oasis, le khamedj sévit plus ou moins et jusqu'à 5 pour 100 des Dattiers en production sont atteints. Le mal se manifeste peu après la fécondation; le régime ne se développe pas, il meurt, se dessèche sans porter de fruits.

Les indigènes combattent le khamedj, dont ils ignorent la cause, en rabattant les djerids ou palmes, en éloignant du tronc la base renflée des feuilles ou kornaf. Cette opération est parfois complétée par la section totale du bourgeon terminal, de manière à déterminer l'issue de la sève sucrée qui est recueillie comme lagmi. La section portant au-dessus de l'insertion des feuilles, une nouvelle pousse rétablit la couronne. Les Sahariens attribuent vaguement la maladie à un ver (douda), et cette notion les conduit à verser, parfois, sur le sommet du Dattier, de l'eau chaude dans laquelle ils ont mis de la cendre et du sel.

Dans le courant de décembre de l'année écoulée, en étudiant de près le khamedj, avec mon ami et collègue américain W. Swingle, il nous a été facile de constater que tous les Dattiers étaient fortement envahis par une Cochenille, le *Phœnicococcus Marlatti* Cock.

Le *Phœnicococcus* n'est visible qu'à la base des kornafs ou renflements inférieurs des palmes; il faut, pour le voir, détacher la feuille, ce qui nécessite quelques efforts. La base de la feuille et la graine, dite *lif*, montrent les

colonies de parasites; les Cochenilles sont groupées et forment de larges plaques. A la base de la spathe et des régimes séchés, ou pourris avant la fructification, on trouve les mêmes colonies très étendues; les tissus sont mortifiés et envahis par un *Phoma*.

De l'examen d'un grand nombre de sujets, il résulte que tous les Dattiers du Sahara algérien et tunisien sont plus ou moins parasités par le *Phœnicococcus*. Tous les djebars ou rejets expédiés, en assez grande quantité, depuis quelques années, ont transporté le parasite en Australie et en Amérique; dans le Tell algérien, sur le littoral, il existe aussi des Dattiers provenant de djebars importés du Sahara ; ces Dattiers sont parasités.

Au contraire, les sujets provenant de semis sont indemnes; nous avons pu aussi constater que les cultures de Dattiers, en Espagne, ne sont pas contaminées : à Elche, Callosa, Orihuela, où il existe d'importantes cultures, la reproduction se fait par semis et les sujets sont restés jusqu'à ce jour à l'abri des Cochenilles. Le *Phœnicococcus* existe aussi en Égypte, très probablement dans toutes les oasis africaines et asiatiques.

Le khamedj est dû à une plus grande prolifération de la Cochenille et à l'envahissement précoce de la base du régime au moment de la floraison.

Il paraît possible de défendre les régimes par un traitement insecticide fait en temps opportun, au printemps, au moment de la fécondation. M. W. Swingle m'informe qu'il a déjà essayé en Californie d'arrêter les progrès du *Phœnicococcus* en employant le soufre. Le soufre est projeté au moment de la fécondation à la base du régime pour empêcher les jeunes larves migratrices de pénétrer.

D'autres insecticides sont à essayer, soit pour réduire la prolifération du *Phœnicococcus*, soit simplement pour entraver la migration vers les organes fructifères dont il compromet la vitalité, quand il les envahit trop complètement.

Le Dattier est aussi fortement parasité par une autre Cochenille, le *Parlatoria Blanchardi*, qui, dans certains cas, se multiplie avec une telle intensité que le Palmier dépérit. Cette Cochenille, facile à observer, ne doit pas être confondue avec le *Phœnicococcus*, qui reste invisible dans sa cachette.

M. **Maurice Gandillot** adresse une Note intitulée : *Sur certains accidents résultant d'un mauvais emploi des moteurs*.

MM. A. **Papin** et D. **Rouilly** adressent une Note *Sur le gyroptère*.

(Ces deux Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie, se conformant aux intentions généreuses du Prince *Roland Bonaparte*, décide qu'elle attribuera à la Faculté française de Médecine de Beyrouth sa nouvelle et importante libéralité.

M. le Président renouvelle au Prince Roland Bonaparte les remercîments de l'Académie.

Note de rappel, relative aux élections des Membres.

L'Académie, tout en se réservant le droit d'introduire elle-même des candidatures, exprime le désir que toutes les personnes qui sollicitent les suffrages de ses Membres fassent connaître leur intention par une lettre, adressée au Président et accompagnée de deux exemplaires de l'exposé de leurs titres.

La séance est levée à 5 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 janvier 1912.

Cinquantenaire scientifique de M. Armand Gautier, 26 *novembre* 1911. Paris, Lahure, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Armand Gautier.)

M. Bertin fait don à l'Académie, pour ses Archives, des Ouvrages manuscrits suivants :

Études des navires à flottaison cellulaire, 1870-1873, par L.-E. Bertin; ms. 307 p., in-4°.

Projets de navires à flottaison cellulaire 1870-1873, par L.-E. Bertin; Atlas de dix-sept planches dessinées et coloriées, accompagnées de Notes manuscrites, in-4° oblong.

Emploi des petits modèles pour la détermination des courbes de stabilité, aux applications de cette méthode, par M. L.-E. Bertin. Toulon, 28 janvier 1891; ms. 15 p., in-4°, contenant six planches, dessins h. t.

M. Bertin fait également don des deux Ouvrages autographiés suivants :

Note sur les cofferdams des bâtiments de guerre, cuirassés et croiseurs, par E. Bertin. Paris, le 25 juin 1900; 1 fasc. in-4°, autographié.

Cuirassés et croiseurs. Note sur la puissance défensive, particulièrement sur la stabilité après avaries de combat, par E. Bertin. Paris, le 25 février 1904; 1 fasc. in-4°, autographié.

Langley Memoir on mechanical flight : Part I. 1887 *to* 1896, by Samuel Pierpont Langley; Part II. 1897 *to* 1903, by Charles-M. Manly. (*Smithsonian contributions to knowledge;* t. XXVII, num. 3.) Washington, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Duc d'Orléans. *Campagne antarctique de* 1907 : *Annélides polychètes*, par Pierre Fauvel, et *Crustacés malacostracés*, par le Dr Louis Stappers. Bruxelles, Charles Bulens, 1911; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Quatre brochures de M. le Dr Julius Schuster, de Munich, intitulées : *Ueber Goepperts Raumeria im Zwinger zu Dresden. — Bermerkungen über Podozamites.* — I. *Osmundites von sierra Villa Rica in Paraguay;* II. *Paleozäne Rebe von der Greifswalder Oie;* III. *Xylopsaronius, der erste Farn mit sekundärem Holz? — Zur Kenntniss der Bacterienfäule der Kartoffel.* 3 fasc. in-8° et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Zeiller.)

D. O. Mills *expedition Cerro san Cristobal, Santiago, Chile, from its organi*

zation in December 1900 *to March* 1906. (*Publications of the Lick Observatory*; t. X, 1907-1911.) 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Recueil de problèmes d'Électricité, avec solutions raisonnées, par H. Pécheux, avec 58 figures dans le texte. Paris. Ch. Delagrave, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte; t. I. fasc. 8 et dernier : *Cardioptéridacées* (fin). — *Ilicacées*, *Célastracées*, *Hippocratéacées* et *Rhamnacées*, par C.-J. Pitard; *Leeacées* et *Ampélidacées*, par Gagnepain; *Sapindacées* et *Acéracées*, par Lecomte; Tables et titres. Tome I. Paris, Masson et Cie, janvier 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Bureau; accompagnée d'un *Supplément*, 1912. Paris, J. Mersch, 1894; 2 fasc. in-4°.

Travaux et titres scientifiques et professionnels de J.-B. Piot Bey. Le Caire, imprimerie « Les Pyramides », 1906; 1 fasc. in-4°.

Calcul des probabilités, par Louis Bachelier; t. I. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Démonstration du théorème de Fermat, par Xavier Deffis. Pau, 15 juillet 1911; 1 fasc. in-8°.

Die endgültige Lösung des Flugproblems, durch Emil Némethy; Teil I und II. Leipzig, 1903, Arad, 1911; 2 fasc. in-4°.

Discoveries regarding metals, their growing or self-enlargement of bluk, by Samuel Bainbridge Richardson. Louisville, Ky.; 1 fasc. in-8°.



N° 5.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 29 Janvier 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 5.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 6 (5 Février 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *La question de la symétrie de la spartéine.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur.**

Au cours d'une série de travaux sur la spartéine, publiés il y a quelques années, nous avons été amenés à proposer pour cet alcaloïde une formule de constitution symétrique.

Cette conception s'appuyait sur des faits et des considérations que nous rappellerons brièvement.

1° La spartéine $C^{15}H^{26}N^2$ donne deux monoiodométhylates distincts, α et α', dont les iodhydrates $C^{15}H^{26}N^2 - CH^3I.HI$ sont décomposés vers 220°, en perdant de l'iodure de méthyle et en fournissant, dans les deux cas, un même monoiodhydrate de spartéine, identique au produit de l'action d'une molécule d'acide iodhydrique sur cet alcaloïde.

2° Ce monoiodhydrate de spartéine $C^{15}H^{26}N^2 - HI$, chauffé à 135° en tube scellé avec de l'iodure de méthyle, se transforme en un mélange des deux iodhydrates d'iodométhylates α et α' : $C^{15}H^{26}N^2 - CH^3I.HI$.

3° En écartant l'hypothèse de déplacements réciproques possibles de l'iodure de méthyle et de l'acide iodhydrique au cours de ces réactions, on arrivait nécessairement à une double conclusion, que nous avons formulée d'ailleurs sous réserves :

1° La spartéine est symétrique; 2° Les iodométhylates sont des stéréoisomères à l'azote.

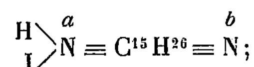
Nous avons soumis ces deux points à de nouvelles vérifications :

A. Par une série de réactions déjà exposées (*Comptes rendus*, t. 145, p. 1184), nous avons transformé la spartéine en un isomère, l'isospartéine. La relation de constitution entre ces deux bases est parfaitement établie; une chaîne fermée pipéridique de la spartéine est devenue méthylpyrrolidique dans l'isospartéine. Il en résulte que, si la spartéine est symétrique, comme nous l'avons admis, l'isospartéine doit être nécessairement dissymétrique.

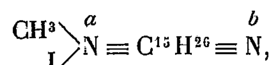
Il nous a dès lors paru intéressant de répéter avec l'isospartéine les réactions qui nous avaient conduits à la conception de la symétrie de la spartéine.

Observons tout d'abord que la nature de l'isomérie des deux monoiodométhylates α et α' d'isospartéine ne saurait être en cause. Ces deux sels sont bien des stéréoisomères à l'azote, comme nous l'avons établi (*Comptes rendus*, t. 152, p. 527) par une expérience directe. Il convient d'ajouter que les deux iodhydrates d'iodométhylates d'isospartéine perdent, comme ceux de spartéine, de l'iodure de méthyle par l'action de la chaleur; cependant, s'il est possible, dans les deux cas, d'isoler du monoiodhydrate d'isospartéine, les réactions sont complexes; elles ne présentent à aucun degré le caractère de netteté offert par la décomposition des sels correspondants de spartéine, et ne sauraient servir de base à une déduction relative à la constitution.

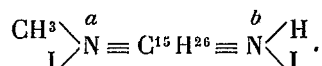
Si nous considérons maintenant le monoiodhydrate d'isospartéine $C^{15}H^{26}N^2HI$, il est évident, *à priori*, que l'acide iodhydrique y est fixé sur l'atome d'azote le plus basique, le même où se trouve attaché l'iodure de méthyle dans chacun des deux iodométhylates stéréoisomères. Si donc nous désignons les deux atomes d'azote de l'isospartéine par les lettres *a* et *b*, nous aurons, pour l'iodhydrate :



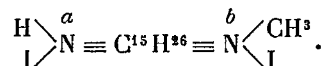
pour l'un ou l'autre des iodométhylates :



et pour leurs iodhydrates :



L'action de l'iodure de méthyle sur l'iodhydrate d'isospartéine, si elle se réduit à une simple fixation de l'iodure alcoolique, donnera nécessairement naissance à un nouvel iodhydrate d'iodométhylate :



Si, au contraire, on obtient l'un ou l'autre des deux iodhydrates d'iodométhylates d'isospartéine déjà connus, on pourra conclure au déplacement de l'acide iodhydrique par l'iodure de méthyle.

Or l'expérience est tout à fait concluante : l'action de l'iodure de méthyle sur l'iodhydrate d'isospartéine, en tube scellé à 135°, ne fournit pas de sel nouveau, mais exclusivement de l'iodhydrate d'iodométhylate α d'isospartéine. Ce sel a été aisément identifié par son pouvoir rotatoire ; décomposé par la soude, il nous a fourni l'iodométhylate avec sa rotation caractéristique.

Ainsi donc, la même expérience appliquée à deux bases dont l'une (spartéine ou isospartéine) est nécessairement dissymétrique, donne des résultats absolument analogues, qui conduiraient à admettre, si l'on écarte l'hypothèse de déplacements réciproques de l'acide iodhydrique et de l'iodure de méthyle, que ces bases sont toutes deux symétriques, ce qui est évidemment impossible.

Il en résulte que la symétrie de la spartéine n'est pas démontrée. Ainsi se trouvent justifiées les réserves que nous avions formulées à ce sujet.

L'action de l'iodure de méthyle sur les iodhydrates de spartéine et d'isospartéine ne se réduit donc pas à une simple addition. Il est vraisemblable que l'iodure alcoolique déplace l'acide iodhydrique, et que la fixation de ces deux composés s'opère ensuite, de façon que l'hydracide se porte sur la fonction basique la plus faible, et l'iodure de méthyle sur la fonction basique forte.

B. La notion de la stéréoisomérie des iodométhylates α et α' de spartéine, étroitement liée à la démonstration de la symétrie, disparaît-elle avec celle-ci ?

Pour répondre à cette question, nous avons eu recours à la même méthode qui nous avait réussi à propos des iodométhylates d'isospartéine.

Cette méthode consiste dans la comparaison des bases qui prennent naissance dans la décomposition des hydrates d'ammonium quaternaires correspondant aux iodométhylates.

Il fallait, pour cela, obtenir les deux iodométhylates de spartéine dans un très grand état de pureté. Aucune difficulté ne se présente pour l'isomère α, qui se forme en quantité prépondérante et se sépare aisément. L'isolement de l'iodométhylate α' à l'état pur est beaucoup plus laborieux. En soumettant un mélange d'iodométhylates α et α' riche en isomère α' à de nombreuses cristallisations dans l'alcool fort, puis dans l'eau et l'acétone aqueuse, nous avons obtenu l'isomère α' avec un pouvoir rotatoire constant de $[\alpha]_D = -47°,7$. Cet iodométhylate a été transformé en iodhydrate, que l'on a soumis à plusieurs cristallisations et décomposé par la soude. L'iodométhylate α' régénéré possédait un pouvoir rotatoire de $[\alpha]_D = -47°,65$.

En possession des deux iodométhylates de spartéine purs, nous avons préparé les hydrates correspondants, que nous avons soumis à la décomposition par action de la chaleur.

L'hydrate α de méthylspartéinium fournit, comme nous l'avons établi déjà, de la spartéine et deux méthylspartéines $C^{15}H^{25}N^2(CH^3)$, dont l'une, l'α-méthylspartéine, se caractérise aisément tant par ses propriétés physiques que par l'aptitude que possèdent certains de ses dérivés à s'isomériser en sels de méthylisospartéinium.

Quant à l'hydrate α', il se décompose en donnant une base brute de pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -9°,83$. Cette base, traitée par l'iodure de méthyle en solution méthylique au bain-marie, laisse une partie non combinée, qu'il est aisé d'enlever au moyen de l'éther, et qui se montre identique à l'α-méthylspartéine.

La quantité d'α-méthylspartéine ainsi obtenue correspondrait à la présence de près de 17 pour 100 d'iodométhylate α dans le produit α' soumis à l'expérience. Les précautions spéciales prises par nous pour la purification de ce produit entraînent le rejet de cette hypothèse.

Il faut donc conclure que l'α-méthylspartéine se forme à la fois dans la décomposition des hydrates α et α'; par suite, les deux iodométhylates correspondants sont bien des stéréoisomères à l'azote, comme nous l'avions admis tout d'abord.

Il est d'ailleurs assez curieux de constater qu'une même base, l'α-méthylspartéine, résulte de la décomposition de quatre méthylhydrates distincts, dont deux appartiennent à la spartéine et deux à l'isospartéine.

En résumé, aucune preuve ne subsiste de la symétrie de la spartéine. Par contre, la stéréoisomérie des deux iodométhylates de spartéine est établie directement.

GÉOLOGIE. — *Les volcans du centre de Madagascar : Le massif de l'Itasy.* Note de M. A. **Lacroix**.

Les hauts plateaux granitiques et gneissiques du centre de Madagascar supportent plusieurs massifs volcaniques importants; ils ne sont plus en activité, mais certains d'entre eux présentent des appareils d'une fraîcheur telle qu'il n'est pas téméraire de penser que leur extinction est relativement récente. Leur topographie est si caractéristique que tous les voyageurs, qui les ont parcourus, en ont été frappés et l'ont dit; c'est au R. Baron qu'on doit les notions les plus précises à cet égard.

J'ai consacré à l'étude de ces volcans une grande partie des trois mois que je viens de passer à parcourir cette région de la grande île. Cela n'est pas suffisant pour que je puisse me permettre d'en faire une description détaillée, mais, au cours de cette rapide exploration, j'ai accumulé assez d'observations, pour pouvoir esquisser une vue d'ensemble de leurs caractères et retracer les grands traits de la composition chimique et minéralogique de leurs roches.

Le massif le plus ancien, et de beaucoup le plus imposant, est celui de l'Ankaratza, qui comprend les sommets les plus élevés du centre de l'île (Tsiafajavona, 2639^{m}).

Un autre massif se trouve au Nord-Ouest du précédent, à l'Ouest du lac Itasy; il est plus petit et moins complexe, aussi est-ce celui dont je m'occuperai tout d'abord. Cette Note lui est exclusivement consacrée.

Le massif de l'Itasy mesure environ 30^{km} du Nord au Sud, du marais d'Ifanja jusqu'aux environs de Masindray au Sud de Soavinandriana; sa plus grande largeur, comptée à partir de la rive occidentale du lac, est d'une douzaine de kilomètres. Quelques gisements volcaniques s'observent sur son prolongement septentrional (environs de Fenoarivo) et sur son prolongement méridional (volcans de Betafo); je réserve pour l'instant la question de savoir s'il existe quelque relation entre eux.

Le substratum est constitué par des gneiss et des granites, comme dans l'Ankaratra, mais ici, il n'est pas caché entièrement sous les apports volcaniques. Les appareils sont souvent isolés les uns des autres, se dressant d'un seul jet au-dessus de la plaine. Ils sont mélangés à des éminences gneissiques ou granitiques de même hauteur, formant parfois, elles aussi, des montagnes isolées, alors que dans d'autres cas les volcans leur sont adossés.

Baron avait distingué déjà deux types distincts d'édifices volcaniques dont la structure et le mécanisme de production sont facilement expliqués par la différence de composition chimique de leurs produits. Ce sont des cônes de projection à cratère, généralement accompagnés de coulées, ainsi que des dômes dépourvus de cratère et de coulées, à l'exception toutefois d'un seul; leur ensemble rappelle la Chaîne des Puys de notre Auvergne.

Toutes les variétés morphologiques possibles des cônes de scories sont représentés dans l'Itasy: cônes parfaitement réguliers à cratère profond (Kasige), cônes égueulés (particulièrement du côté Sud-Est), cônes emboîtés (Nord d'Ankidona), etc. Ils accompagnent les dômes dans le voisinage du lac et partout ailleurs existent seuls.

Ils sont constitués par des roches à facies basaltique. Les unes sont de véritables *basaltes* ou des *limburgites;* je citerai, parmi les gisements que j'ai visités: le Sud du marais d'Ifanja ; les grandes cheires de la rive droite du Mazy, entre cette rivière, Njiloby et Mahatsinjo ; la coulée des chutes du Mazy; la vallée d'Ankidona jusqu'au Sud de Soavinandriana ; les cônes d'Ambohitromby et celui d'Ambohimalala avec sa grande cheire couverte de petits cônes de lave; enfin les cônes isolés du Nord de Masindray. Les autres roches sont des *andésites à haüyne* (Kasige, avec sa grande coulée qui a produit le lac de barrage d'Efisto ; Ambohitrakolahy au Sud du Beteheze et Ankorako à l'Est d'Ambohibé).

Les dômes sont localisés par la partie orientale du massif et groupés en deux traînées. La première, au Nord-Ouest du lac, jalonne une fente de direction Nord-Nord-Est; elle comprend des édifices très ruinés au Nord du Mazy, puis, sur la rive gauche de cette rivière, le Njilofotsy, le Beteheze et l'Andranonatoa. La seconde, plus importante, est constituée par des dômes, orientés sur des cassures parallèles de direction Nord-Sud, ce sont l'Angavo, l'Ambohimpansakarivo, le Kitia, l'Ambohibé, le Sakadamy, qui dominent la rive occidentale du lac, puis, plus à l'Ouest, le Lazaina, l'Ambasy et quelques autres de moindre importance. Ils sont formés par des *trachytes phonolitiques*, à l'exception du Kitia, dont la roche est une *phonolite*.

Ce sont des dômes sans cratère, comparables au dôme récent de la Montagne Pelée plutôt qu'à celui du Puy de Dôme, car ils ne comprennent aucun produit de projection et sont formés uniquement par des roches continues, à pente extrêmement raide quand leurs parois ne sont pas tout à fait verticales.

Une exception à cette structure simple est présentée par l'Andranonatoa,

qui est de nature complexe; c'est, en effet, un dôme originellement semblable aux précédents, dont le sommet a été partiellement démoli par une éruption, qui l'a transformé en une sorte de Somma écroulée du côté Ouest-Sud-Ouest et présentant du côté Ouest un Atrio, à fond presque horizontal, qui sépare ses parois intérieures d'une coupole de lave formant le sommet de la montagne (1630^m). Cette coupole est creusée d'une cavité à aspect cratériforme de 60^m de diamètre, avec 5^m ou 6^m de profondeur; elle est parsemée de blocs assez scoriacés de trachyte.

De la base de cette coupole, vers l'altitude de 1580^m, est descendue dans la direction du Nord-Nord-Est une énorme coulée de trachyte, succession de rapides le long desquels la lave a dévalé en cascades et de paliers sur lesquels elle s'est étalée ; dans ces rapides, on remarque des ruisseaux de lave avec moraines de blocs scoriacés et, çà et là, des crêtes de roche continue; la coulée a buté contre une éminence basaltique, qui a déterminé la production d'une branche latérale dirigée Nord-Ouest; puis elle est venue se terminer sur le plateau gneissique presque horizontal, d'une altitude d'environ 1270^m. Le front de cette coulée, formé par un haut talus de blocs, rappelle d'une façon frappante celui de la lave de la dernière éruption du Vésuve. Le magma devait posséder au moment de son épanchement une fluidité exceptionnellement grande pour avoir pu permettre à cette coulée trachytique de prendre toutes les caractéristiques morphologiques des coulées de laves basiques.

Cette coulée de l'Andranonatoa est recouverte de hautes herbes qui en dissimulent la structure et ce n'est que grâce à un incendie de brousse datant de quelques heures seulement, que j'ai pu en étudier les si remarquables détails; noircie par cet incendie, la lave semblait sortie de la veille.

Le R. Baron et M. Mouneyres ont à juste titre parlé de la jeunesse des volcans de l'Itasy, mais cette conclusion ne s'applique qu'à certains d'entre eux ; la question est beaucoup moins simple que ne le supposaient ces explorateurs. Les cônes à cratère sont incontestablement très récents, car ils sont remarquablement intacts et les cheires, qui en sont sorties, ont leur surface scoriacée d'une fraîcheur parfaite; ce que je viens de dire de la coulée trachytique d'Andranonatoa montre qu'il faut appliquer la même conclusion à celle-ci.

Quant aux dômes trachytiques et phonolitiques, ils sont certainement plus anciens; leur forme actuelle est bien leur forme originelle, mais modifiée par écroulement. Les flancs de quelques-uns d'entre eux supportent des cônes basaltiques à cratère, parmi les produits de projection desquels se

rencontrent des blocs de trachyte ; le petit cône associé au dôme de 1710^m à l'Ouest de Kitia rappelle le Nid de la Poule adossé au Puy de Dôme.

D'autre part, il existe des roches basaltiques plus anciennes que celle des cheires (coulée columnaire en ruines d'Antsahondro, à l'Ouest d'Ampefy) et je puis démontrer que certains basaltes sont antérieurs aux dômes trachytiques ; cela m'amène à relater une série d'observations, qui me paraissent d'une certaine importance à un autre point de vue.

Entre Ankidona et le Kitia, se trouvent de petites collines arrondies, surbaissées, constituées par un conglomérat de fragments et de blocs de toutes les roches de la région (granite, gneiss, quartz filonien, basalte, trachyte), réunies par une boue jaunâtre.

Sur les contreforts du Lazaina et du Sakadamy, limitant la vallée qui aboutit au lac, ce conglomérat renferme des blocs de gneiss d'un grand nombre de mètres cubes ; il s'observe avec une forte épaisseur sur les hauteurs séparant Ampefy des colonnades de l'Antsahondro ; il forme une sorte de petite moraine sur les bords du lac près de Moratsiazo. Enfin, on le retrouve sur les éminences dominant Njiloby, du côté du Sud, etc.

La composition de ce conglomérat et divers traits de la structure des vallées qui le renferment m'ont fait penser à une origine glaciaire, malgré les difficultés que présente l'explication d'une glaciation peu ancienne sous cette latitude et à une altitude aussi peu élevée. J'aurais hésité à mettre cette hypothèse en avant sans la découverte que j'ai faite, sur les flancs et sur le sommet du Kitia, d'un nombre considérable de gros blocs de gneiss et de basalte, dont la présence en ce point ne me paraît pouvoir trouver aucune autre interprétation. Le dôme du Kitia, en effet, est isolé de toutes parts, limité par des pentes abruptes ou des parois infranchissables et son sommet (1600^m) domine d'environ 300^m les bords du lac Itasy. C'est un dôme sans cratère ; la phonolite qui le forme de la base au sommet ne renferme aucune enclave de roche étrangère ; les blocs de gneiss et de basalte ne peuvent donc pas avoir été apportés sur lui par une cause volcanique ; d'ailleurs les fentes de ses parois sont remplies par la même boue jaunâtre et les mêmes débris de roches qui s'observent à son pied.

Les exigences de mon itinéraire ne m'ont pas permis de fouiller cette question autant que je l'aurais voulu et notamment d'explorer les hauteurs gneissiques qui au Nord, au Sud et à l'Est dominent le lac. Il me semble néanmoins utile d'appeler l'attention des géologues sur cette question et sur les conséquences qu'on pourra sans doute en tirer pour l'explication de l'origine du lac Itasy ; les hypothèses émises à ce sujet sont, en effet, ou bien

certainement inexactes (barrage par un courant de lave), ou peu vraisemblables (effondrement).

Quoi qu'il en soit, et pour revenir à l'âge relatif des roches de cette région volcanique, les blocs de basalte transportés sur le Kitia démontrent que des éruptions basiques ont précédé celles des trachytes et des phonolites, dont la mise au jour a été, par suite, intercalée entre deux venues basaltiques. Si une période glaciaire a réellement eu lieu dans cette région, on voit, en outre, qu'elle s'est produite entre l'extrusion des dômes trachytiques et la venue des cônes de basalte et d'andésite à haüyne, dont la fraîcheur parfaite démontre la postériorité à tout phénomène géologique important.

Les seuls restes de l'activité éruptive consistent en quelques sources thermales bicarbonatées [1]; je signalerai celle des environs d'Ambavalato à l'Ouest de Soavinandriana, puis au Nord, celle de Tsarazaza, qui a incrusté d'aragonite le riche gisement de Mammifères d'Ampasambazimba et enfin, un peu plus à l'Ouest, celle de Mahatsinjo.

Cette dernière sourd du gneiss, à l'extrémité d'une cheire basaltique longée par le Mazy. Un épais dépôt ancien d'aragonite rubanée, fibreuse, se voit sur la rive gauche de la rivière; les dépôts actuels, localisés sur la rive droite, consistent essentiellement en calcite concrétionnée, mais à l'intérieur de celui des griffons où le jaillissement est peu intense (température +29° C.), il se produit, en abondance, des pisolites de *ctypéite*, semblables à ceux de Carlsbad, bientôt cimentés par de l'aragonite fibreuse. C'est le troisième gisement de ce minéral dont j'ai montré, il y a quelques années, l'indépendance vis-à-vis de l'aragonite. Il est intéressant de voir se former ainsi, côte à côte, dans cette source thermale, les trois formes du carbonate de calcium.

MÉCANIQUE. — *Sur la position actuelle du problème balistique.* Note de M. E. Vallier.

Comme je l'ai indiqué dans ma Communication du 15 janvier dernier, l'expérience a montré que l'expression monome ne pouvait représenter la loi de résistance de l'air que dans des cas particuliers, et qu'il fallait par suite rechercher d'autres solutions que celles précédemment adoptées.

(1) Il faut noter, en outre, la fréquence de petites secousses de tremblement de terre.

Sans doute, en développant l'équation de la trajectoire par la formule de Mac Laurin, on peut obtenir une série de termes aussi prolongée que l'on voudra : mais cette solution reste encore illusoire à moins d'un calcul démesurément prolongé et même d'une convergence douteuse. On ne peut retenir de ce procédé que la forme de l'équation (3), en nombre de termes fini, comme procédé spécial de discussion et de recherches.

Mais comme l'a fait remarquer Saint-Robert, l'équation (2) offre toujours le moyen de calculer numériquement, avec une approximation illimitée, la valeur de v correspondant à une valeur donnée de θ, pourvu que la fonction $f(v)$ soit continue dans les limites de l'intégration.

Reste à trouver le moyen d'effectuer utilement les calculs nécessaires. On remarquera pour cela que la fonction $f(v)$ n'intervient dans les calculs que sous le signe $\int$. On est donc conduit, comme dans toutes les méthodes de quadratures, à lui substituer une ou plusieurs fonctions successives, donnant pour les intégrales correspondantes des valeurs numériques équivalentes.

Une première application de ce principe a été faite par Bashforth, en écrivant $f(v) = dv^3$, où le paramètre d, considéré comme constant dans l'analyse, reçoit différentes valeurs moyennes, l'une par exemple pour v variant de 600^{m} à 550^{m}, la seconde entre 550^{m} et 500^{m}, et ainsi de suite. On put ainsi obtenir des formules analogues à celles d'Euler, mettant les divers éléments de la trajectoire sous forme d'intégrales définies, et en déduire des Tables numériques. Mais cette méthode ne fut appliquée que pour des vitesses inférieures à 600^{m} et eût nécessité trop de changements numériques pour le paramètre d dans le cas des grandes vitesses actuelles.

Cette méthode de représentation numérique de $f(v)$ étant insuffisante, on fut conduit à admettre qu'il n'était pas nécessaire, pour la séparation des variables et les quadratures consécutives, que l'exposant n fût entier, et que l'on pouvait affecter dans ces conditions, à la représentation numérique de $f(v)$, une série de paraboles de degré fractionnaire telles que leur suite reproduisît ladite fonction expérimentale avec des écarts moindres que les variations dérivant des causes accessoires, telles que l'état atmosphérique, les modifications au tracé des projectiles qui se traduisent par des variations de i, etc.

Dans ces conditions, l'équation de l'hodographe, conservant la forme

$$g\, d(v \cos\theta) = cv^{n+1}\, d\theta,$$

peut s'écrire en posant $v \cos\theta = u$

$$g \frac{du}{u^{n+1}} = c \frac{d\theta}{\cos^{n+1}\theta},$$

où les variables sont séparées.

Si donc il existe des Tables numériques des deux fonctions

$$J(u) = g \int \frac{du}{u^{n+1}} = -\frac{g}{n} \frac{1}{u^n}$$

et

$$N(\theta) = \int \frac{d\theta}{\cos^{n+1}\theta},$$

que n soit entier ou fractionnaire, on aura pour chaque problème particulier, entre les limites définies par les indices p et q,

$$(4) \qquad J(u_p) - J(u_q) = c[N(\theta_p) - N(\theta_q)].$$

Cela fait, si l'on détermine diverses valeurs de u en fonction de θ, pour un problème donné, on voit, par l'équation (1), que l'on peut écrire

$$g\,dx = -u^2 \frac{d\theta}{\cos^2\theta}$$

(le signe — a été omis par erreur dans la Note du 15 janvier) qu'une simple quadrature donnera la valeur de x et des substitutions analogues donneront les autres éléments également par quadrature.

Dans ces conditions, remarquant que la loi de résistance dont on n'a que des valeurs expérimentales peut être numériquement traduite par la série de valeurs paraboliques dv^n où d est une constante numérique, convenable, pour chaque courbe, et n donné ci-dessous :

v........	0^m	240^m	295^m	375^m	419^m	550^m	800^m	1000^m
n........		2	3	5	3	2	1,70	1,55

on obtiendra toute espèce de trajectoires, étant donnés les éléments initiaux, en prenant d'après les Tables quelques valeurs de n en fonction de θ et effectuant les quadratures, soit en construisant pour x la courbe $\frac{-u^2}{g\cos^2\theta}$ pour y $\frac{-u^2 \operatorname{tang}\theta}{g\cos^2\theta}$, etc., et opérant à l'aide d'un intégromètre, comme le fait à Berlin M. le professeur Crauz, lequel a précisément fait calculer à cet effet des Tables de la fonction $N(\theta)$, soit en sommant lesdites intégrales par le calcul. Cette méthode permet de calculer avec toute la précision

désirable une trajectoire quelconque, en s'astreignant seulement à prendre pour limite des arcs les points où la vitesse atteint les valeurs où changent les paraboles, soit 800^m, 550^m, etc., puisqu'en ces points changent les Tables de la fonction $N(\theta)$.

Elle serait sans doute trop laborieuse pour les applications courantes, mais elle peut servir de critère pour apprécier le plus ou moins d'exactitude des méthodes approximatives employées.

On voit que par ces procédés, le problème balistique, dans un milieu de densité homogène, est numériquement résolu avec toute l'approximation jugée nécessaire. Malheureusement il n'en est rien dans la pratique, à raison de la variation de la densité de l'air avec l'altitude, d'où suit la nécessité d'attribuer à l'air une densité moyenne pour chaque arc calculé et, par suite, de réduire l'amplitude de ces derniers, ce qui allonge notablement les calculs. Mais l'emploi de ces méthodes comme calcul d'un cas concret intéressant, ou le critère des procédés simplifiés, n'en est pas moins recommandable.

Je ne saurais exposer ici en détail ces procédés simplifiés : j'indiquerai seulement leur principe fondamental.

Le plus courant est le procédé de Didion, modifié par Siacci, consistant à remplacer la fonction $f(v)$ par une fonction de $v\cos\theta$ de manière à permettre la séparation des variables dans l'équation de l'hodographe. Mais au lieu de chercher à en déduire une expression de y en fonction de x, on évalue tous les éléments en fonction de la vitesse $v\cos\theta$, à l'aide de Tables d'intégrales définies préalablement calculées.

Cette opération se fait en introduisant un paramètre moyen auxiliaire, désigné couramment par β et dont la détermination s'obtient soit par le développement en série de l'équation de l'hodographe, soit par la discussion de la variation que produit cette substitution dans la valeur de l'intégrale

$$\int_0^X (X-\xi)^2 \frac{f(v)}{v^4\cos^3\theta}\,d\xi,$$

signalée dans ma précédente Communication.

Une autre méthode consiste à développer l'équation de l'hodographe mise sous la forme

$$g(\cos\theta\,dv - v\sin\theta\,d\theta) = R'v\,d\theta,$$

et en prenant pour argument, suivant les cas, soit l'angle θ, soit le rapport $\frac{c}{g}$ ou son inverse.

Comme il a été dit plus haut, la précision relative de toutes ces méthodes s'apprécie utilement en comparant les résultats obtenus avec ceux que donne la méthode d'évaluation des intégrales signalée au début de la présente Note.

Quant aux recherches en cours sur les causes physiques de la résistance de l'air (ondes gazeuses, phénomène de Magnus, etc.), elles permettront sans doute de perfectionner la théorie de la dérivation, d'expliquer l'allure singulière de la courbe expérimentale, etc., mais il ne semble pas possible d'espérer que de ces recherches puissent résulter des formules se prêtant à une nouvelle méthode analytique et que, pour les projectiles actuels tout au moins, l'intégration de l'équation de l'hodographe puisse alors s'effectuer par des procédés et se traduire par des relations différant notablement des résultats actuellement acquis.

MÉMOIRES LUS.

Sur quelques cas d'ossification de l'ovaire et de la trompe (1).

Par M. S. Pozzi.

J'ai eu l'occasion d'observer, dans le courant des dix dernières années, quatre cas d'*ossification* des annexes de l'utérus. Ce sont là des lésions d'une extrême rareté et qui n'ont été jusqu'ici que fort peu étudiées. Il s'agissait deux fois d'une ossification de la trompe et deux fois d'une ossification de l'ovaire.

Voici, rapidement résumées, les observations de mes quatre malades :

Observation I. — Femme de 27 ans, chez laquelle on trouva, à l'opération, des lésions d'ovarite bilatérales et un hydrosalpinx gauche. En examinant les pièces enlevées, on reconnut que l'ovaire gauche contenait un petit nodule de coloration jaunâtre qui mesurait environ un demi-centimètre de diamètre et avait l'apparence et la dureté de l'os. L'examen histologique, pratiqué après décalcification, montra qu'il existait un nodule ossifié développé sur l'emplacement d'un corps jaune dont il avait conservé la forme.

Dans la partie centrale du nodule, on trouve un tissu conjonctif lâche, riche en

(1) Mémoire lu dans la séance du 29 janvier 1912.

vésicules adipeuses et en capillaires sanguins, qui rappelle tout à fait l'aspect de la moelle des os. On y remarque en effet des leucocytes granuleux, des ostéoblastes et des cellules géantes à noyaux multiples (myéloplaxes).

Observation II. — Femme de 32 ans, chez laquelle on pratiqua l'ablation d'un fibrome pédiculé de l'utérus et des deux annexes atteintes de salpingite. A droite, la trompe était crétacée, ne présentant qu'une longueur de 3cm; l'ovaire était minuscule et dégénéré. Au niveau de la corne utérine correspondante existait un noyau très dur du volume d'un pois. A gauche, la trompe était de même très réduite de volume et crétacée.

L'examen histologique montra qu'il s'agissait de véritables nodules osseux inclus dans l'épaisseur de la paroi tubaire.

Observation III. — Femme de 26 ans, atteinte de tumeurs végétantes des deux ovaires, avec ascite, chez laquelle on pratiqua l'hystérectomie subtotale.

Du côté gauche, l'ovaire avait presque complètement disparu, perdu au milieu des masses végétantes. A droite, bien que la tumeur fût plus volumineuse, l'ovaire était aisément reconnaissable, le néoplasme n'ayant pris naissance que sur une partie de sa surface. Cet ovaire avait conservé des dimensions voisines de la normale et présentait une extraordinaire dureté. On dut employer la scie pour le diviser suivant son grand axe. Il fallut, pour pouvoir pratiquer des coupes, le décalcifier pendant plus de quinze jours dans une solution d'acide chlorhydrique à 15 pour 100. En examinant à un faible grossissement une coupe comprenant toute l'épaisseur de l'ovaire, on constate que la partie centrale, correspondant à la zone médullaire, offre la structure caractéristique du tissu osseux spongieux, tandis que la périphérie, qui répond à la zone corticale, est seulement infiltrée de granulations calcaires, isolées en certains points, confluentes en d'autres où elles constituent une sorte de carapace. A l'extérieur de cette zone d'infiltration calcaire, la substance corticale était à peu près normale.

Le noyau ossifié central est formé par une masse compacte creusée de cavités isolées ou anastomosées les unes avec les autres, plus ou moins grandes, plus ou moins irrégulières et contenant du tissu médullaire. Ce tissu est formé par un lacis de fibrilles réticulées très fines, contenant dans leurs mailles de nombreuses vésicules adipeuses et des éléments lymphatiques granuleux, ainsi que de volumineux capillaires sanguins. Les fibrilles, en se rapprochant des parois osseuses, se divisent en filaments de plus en plus fins qui viennent s'anastomoser avec les prolongements émanés de grosses cellules accolées aux parois des cavités et disposées, suivant les points considérés, en une ou plusieurs rangées (ostéoblastes). On rencontre également un assez grand nombre de cellules multinucléées (myéloplaxes). Il s'agit, dans ce cas, d'un processus de calcification et d'ossification vraie développé au niveau de la zone médullaire, en plein parenchyme ovarien.

Observation IV. — Femme de 34 ans, chez laquelle on pratiqua l'hystérectomie abdominale subtotale. L'état des trompes ne présentait rien de particulier, mais au niveau de la corne utérine gauche existait une nodosité correspondant à la partie interstitielle du conduit tubaire et présentant les dimensions d'une grosse noisette. La structure histologique était absolument superposable à celle qu'on rencontre dans les observations précédentes, et montrait du tissu osseux véritable.

Tels sont les quatre cas que j'ai étudiés et qui présentent le plus grand intérêt. En effet, ces altérations sont fort peu connues. Pour ce qui est de l'ovaire, les anciens auteurs désignaient volontiers sous le nom d'*ostéomes* les indurations de la glande génitale. Depuis l'avènement des recherches histologiques, on a vu qu'il s'agissait d'ordinaire de calcifications simples. Pour tous les auteurs classiques, l'ostéome de l'ovaire n'existe pas et la présence, dans la glande, de tissu osseux est inséparable de l'existence d'un tératome. Cette opinion est absolument exagérée. Dans les cas que j'ai rapportés plus haut (*Obs. I* et *III*) l'examen histologique a été fait avec le plus grand soin et n'a révélé la présence que du seul tissu osseux; il est donc possible d'exclure avec certitude l'existence d'un embryome. Il est certain que le parenchyme ovarien, ou du moins son stroma conjonctif, est susceptible, sous une influence irritative qui paraît être, le plus souvent, l'infiltration calcaire, de faire de l'os véritable.

Il me reste à étudier maintenant le mécanisme suivant lequel se fait l'ossification. Dans aucun des cas précités on n'a trouvé de tissu cartilagineux, ni dans la trompe, ni dans l'ovaire. Ceci nous permet de rejeter l'hypothèse suivant laquelle l'ossification se serait faite aux dépens de débris aberrants de tissu cartilagineux, comme cela a été observé dans d'autres organes et notamment l'amygdale.

Dans le cas actuel, les préparations en font foi; c'est du tissu conjonctif lui-même que dérive directement le tissu osseux. Qu'il s'agisse de l'ovaire ou de la trompe, on voit en effet, au voisinage des régions complètement ossifiées, des zones plus jeunes où le processus peut être saisi dans tous ses détails. A ce niveau, le stroma conjonctif se modifie, les cellules se renflent et leur noyau devient plus volumineux, ovalaire; les fibrilles augmentent d'épaisseur et finissent par former une substance homogène qui se colore vivement par l'éosine. Ailleurs, au contraire, le conjonctif se charge de graisse, se vascularise; de la moelle osseuse se forme avec toutes ses caractères et toutes ses propriétés. L'os ainsi, peu à peu, se constitue et devient plus épais et, en certains points de mes préparations, où les travées osseuses étaient bordées d'un tissu conjonctif dense dont les cellules étaient pressées le long des lamelles osseuses, parallèlement à leur direction, on avait tout à fait l'impression de se trouver en présence d'un fragment de tissu osseux recouvert de son périoste.

Je signalerai, pour terminer, que dans le cas où l'ossification s'était développée au niveau d'un corps jaune (*Obs. I*) le stroma conjonctif seul en avait fait les frais. Les cellules à lutéine avaient été étouffées et détruites.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1912.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Grand Prix des Sciences mathématiques*, *prix Francœur*, *prix Poncelet*. — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Darboux, Boussinesq, Alfred Picard.
Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Vieille, Lecornu.

Cette Commission est également chargée de présenter une *Question de prix Bordin* pour l'année 1915.

Mécanique : *Prix Montyon*, *Fourneyron*, *Boileau*. — MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré.
Ont ensuite obtenu le plus de suffrages : MM. Bertin, Villard.

Navigation : *Prix extraordinaire de la Marine*, *Plumey*. — MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille, Lecornu.

Astronomie : *Prix Pierre Guzman*, *Lalande*, *Valz*, *Janssen*. — MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré.
Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Émile Picard, Appell.

Géographie : *Prix Tchihatchef*, *Gay*, *Binoux*, *Delalande-Guérineau*. — MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Lallemand, Ph. van Tieghem, Perrier, le prince Roland Bonaparte.
Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Darboux, Lacroix.

Cette Commission est également chargée de présenter une *Question de prix Gay* pour l'année 1915.

Physique : *Prix Hebert*, *Hughes*, *La Caze*. — MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Villard, Poincaré, Cailletet, Émile Picard.
Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Boussinesq, Carpentier.

Chimie : *Prix Jecker, Cahours, Montyon (Arts insalubres), La Caze.* — MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Müntz, Roux.

Minéralogie et Géologie : *Prix Victor Raulin.* — MM. Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, Perrier, Zeiller, Bouvier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Le Chatelier, Lallemand.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, De Coincy.* — MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Bouvier, le prince Roland Bonaparte.

CORRESPONDANCE.

M. **L. Cattin**, Chancelier de la Faculté française de Médecine de Beyrouth, adresse des remercîments à M. le Prince Roland Bonaparte et à l'Académie pour l'attribution d'une somme de *trente-cinq mille francs*.

MM. **Delorme**, **G. Lucas-Championnière**, **Paul Reclus**, **Charles Richet** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *O.-M. Lannelongue*.

M. **Haug** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *A. Michel Lévy*.

M. **Achille Finet** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Recherches géologiques et géographiques sur le haut-pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et territoires du Sud), par G.-B.-M. FLAMAND. (Présenté par M. Depéret.)

ASTRONOMIE. — *Sur un régulateur thermique de précision.* Note de M. **HENRI PARENTY.**

J'ai l'honneur de revendiquer la priorité d'un régulateur thermique de précision décrit dans la séance du 22 janvier 1912 par M. Ernest Esclangon (¹) et dont, en collaboration avec M. Raoul Bricard, j'avais antérieurement donné une description complète dans une Note du 27 avril 1896 : « Sur un thermomètre enregistreur et régulateur à gaz où à vapeurs saturés » (²).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la longueur d'onde de la raie solaire* D_1. Note de M. **A. PEROT**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans une précédente Communication, nous avons montré, Mlle A. Lindsteedt et moi (³) que, si l'on mesure les longueurs d'onde de la raie b_2 du magnésium à différents points, soit de la ligne Nord-Sud, soit de l'Équateur solaire, la longueur d'onde donnée par les points de la région centrale est déplacée vers le rouge, tout comme si les centres absorbants étaient animés d'une vitesse centripète de $1^{km},57$ par seconde.

J'ai montré ensuite (⁴), me basant sur les résultats obtenus dans l'étude de l'arc au mercure dans le vide, que cet effet peut être considéré comme dû à la chute sur le Soleil de particules électrisées négatives qui communiquent partiellement leur mouvement aux atomes qu'elles ionisent et rendent absorbants. Le champ magnétique solaire interviendrait pour donner à ces charges une vitesse tangentielle de même sens que celle de la rotation, ainsi que l'a montré M. Deslandres; cette vitesse tangentielle correspondrait, au moins partiellement, à l'accroissement de la vitesse de rotation des vapeurs élevées.

(¹) ERNEST ESCLANGON, *Comptes rendus*, t. 154, p. 178.

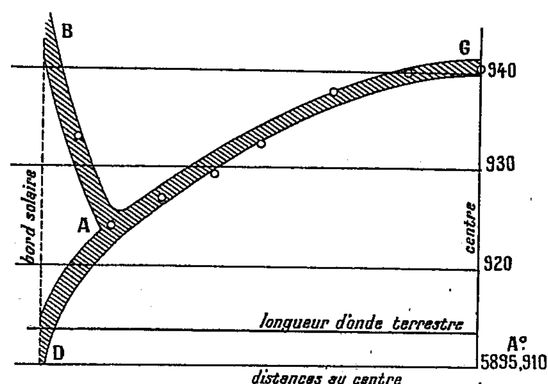
(²) H. PARENTY et R. BRICARD, *Comptes rendus*, t. 122, p. 919.

(³) *Comptes rendus*, t. 152, 22 mai 1911, p. 1367.

(⁴) *Comptes rendus*, t. 153, 3 juillet 1911, p. 36.

Dans le cours de l'été dernier, j'ai étudié, par la méthode interférentielle, la raie D_1 du sodium et la raie F de l'hydrogène. Ce sont les résultats relatifs à la raie D_1 que j'ai l'honneur d'exposer aujourd'hui.

Si l'on considère d'abord la ligne Nord-Sud, et qu'on construise une courbe en portant en abscisses les distances au centre des points étudiés et en ordonnées les longueurs d'onde, on obtient la figure ci-dessous ; comme pour le magnésium, la longueur d'onde est plus grande pour les parties voisines du centre que pour la latitude de 45°, par exemple, mais pour les parties voisines du bord la courbe se relève très rapidement (partie AB). Si l'on fait abstraction de ce déplacement vers le rouge, qui est dû à l'effet bien connu des bords, et qu'on prolonge la courbe AC, on obtient une



ellipse DAC, et l'accroissement de longueur d'onde en passant du bord au centre ($0^{\text{Å}},027$) correspond à une vitesse descendante des centres de $1^{\text{km}},37$ par seconde.

Le long de l'équateur la courbe est analogue, mais déplacée par la rotation solaire ; c'est, pour la partie centrale, une ellipse qui aurait tourné autour de son centre, de telle sorte que la variation de longueur d'onde le long de son grand axe corresponde à la rotation.

La courbe ci-dessus montre que le déplacement vers le rouge au centre, dû à la chute des centres absorbants, est voisin de celui qui est dû à l'effet propre des bords solaires, de sorte que la vitesse centripète masque ce dernier effet ; ceci explique comment sur la vapeur de sodium, très sensible cependant à la pression ($\delta\lambda = 0^{\text{Å}},012$ par atmosphère), M. Walter Adams (1) a trouvé un déplacement au bord sensiblement nul pour les raies D.

(1) Walter Adams, *Astrophysical Journal*, janvier 1910.

La longueur d'onde de la raie D_1 dans la flamme étant, ainsi que M. Ch. Fabry et moi-même l'avons trouvé à Marseille, égale à $5895^{\text{Å}},930$, celle de la raie solaire d'absorption au centre du Soleil, mesurée directement, est, toutes corrections faites, égale à $5895^{\text{Å}},941$. L'écart entre ces deux nombres ne correspond pas à la vitesse de chute de $1^{\text{km}},37$ par seconde indiquée ci-dessus. J'ai alors mesuré la longueur d'onde de la raie d'absorption terrestre et trouvé $\lambda_t = 5895^{\text{Å}},9155$, nombre qui, rapproché de la longueur d'onde solaire centrale, correspond à une vitesse de chute de $1^{\text{km}},30$ par seconde. L'accord entre ce nombre et celui qui a été déduit directement des mesures sur le Soleil, $1^{\text{km}},37$ par seconde, est aussi satisfaisant que possible, étant donnée la difficulté des expériences.

La vitesse équatoriale trouvée est $2^{\text{k.s.}},08$, supérieure à celle de la couche du fer.

La mesure de la longueur d'onde de la raie d'absorption terrestre a été faite par la méthode interférentielle, en interposant, sur le trajet de la lumière émise par un bec à lumière jaune, un ballon vide d'air contenant du sodium métallique; ce ballon était placé dans une étuve à air. A son intérieur pénètrent deux électrodes terminées chacune par un petit balai en fil de fer. Lorsque le ballon contient un peu d'hydrogène l'absorption est grandement facilitée, ainsi que l'a indiqué Sir Nordman Lockyer; vers 120°-130° on voit l'absorption de la raie D_1 se produire si l'on fait passer une décharge dans le ballon, l'absorption cesse quand la décharge est interrompue. Mais sa disparition est loin d'être instantanée et présente certaines particularités sur lesquelles je compte revenir. Si la température est suffisamment élevée, l'absorption se produit spontanément. La raie D_2 se renverse à une température plus basse que la raie D_1 et est plus large qu'elle. On voit les anneaux de D_1 et D_2 séparés chacun en deux parties par une fine raie noire qui n'est pas placée au milieu de l'anneau brillant. Il faut que la source donne des anneaux qui soient assez larges, mais pas trop, et que les épaisseurs des étalons correspondent à une discordance des raies D.

On pourrait se proposer de comparer les vitesses de chute trouvées pour le magnésium (1,57 km:s), le sodium (1,37 km:s) et le calcium [1] (raie K_3 1,17 km:s) et, faisant intervenir les poids atomiques de ces corps, de déterminer les hauteurs relatives des couches où se produit l'absorption pour les raies de ces trois corps; mais le problème est extrêmement complexe, étant donné

(1) Saint-John, *Astrophysical Journal*, juillet 1910.

surtout le peu de connaissance que nous avons du champ magnétique solaire et de la charge électrique du Soleil; il faudrait d'ailleurs, pour une semblable étude, faire intervenir les accroissements des vitesses de rotation.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *L'enregistrement photographique et la reproduction de la scintillation des étoiles.* Note [1] de M. G.-A. TIKHOFF, présentée par M. H. Deslandres.

Au mois de février 1911, j'ai conçu l'idée de l'enregistrement photographique et de la reproduction de la scintillation des étoiles.

Le principe de cet enregistrement est celui-ci : on photographie le spectre de l'astre scintillant au moyen d'un prisme objectif en imprimant en même temps à la plaque sensible un mouvement uniforme perpendiculaire à la longueur du spectre. Si la vitesse de ce mouvement est coordonnée avec la sensibilité de la plaque, on arrive à enregistrer les changements de l'intensité de différents rayons. On obtient ainsi une bande qui est formée par la juxtaposition d'une quantité de spectres et qu'on peut, à juste titre, nommer *scintillogramme*.

N'ayant pas de dispositif pour le mouvement de la plaque sensible, j'ai tourné la difficulté en arrêtant le mouvement d'horlogerie et en laissant le spectre lui-même se déplacer sur la plaque. Le prisme objectif est, dans ce cas, disposé de telle façon que le spectre ait la direction Nord-Sud. Cependant, ce procédé ne doit être pratiqué que pour des essais préliminaires et lorsqu'on n'a pas le dispositif spécial indiqué plus haut, parce qu'il a beaucoup d'inconvénients dont voici les principaux : la courbure des raies spectrales, la détérioration des images et la variation de la vitesse de l'étoile avec l'éloignement de l'axe optique, l'impossibilité de varier la vitesse du mouvement du spectre, etc.

Je me servais de l'astrographe de Bredikhine de l'Observatoire de Poulkovo (ouverture, 170^{mm}; distance locale, 800^{mm}) muni du prisme objectif en flint avec l'angle de 20°. Dans ces conditions, la longueur du spectre entre H_α et H_ε est égale à 11^{mm} à peu près. J'employais des plaques rapides Schleussner en les sensibilisant pour les rayons optiques au moyen du pinacyanol et de l'homocol. L'expérience a fait voir qu'avec ces moyens instrumentaux et photographiques, on arrive juste à enregistrer la scintillation de Sirius et que, même pour cette étoile, la plaque est quelquefois sous-exposée. Aussi n'ai-je pas fait d'essais avec des étoiles plus faibles. Quant aux pla-

---

(1) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

nètes, j'ai obtenu plusieurs scintillogrammes de Vénus qui se prêtait très bien à ce genre d'observations au mois de mai 1911.

En étudiant les scintillogrammes, on remarque tout d'abord une grande différence, bien connue d'ailleurs, dans le mode de la scintillation des étoiles et des planètes. Dans le cas de Sirius, les changements de l'intensité de différents rayons sont, dans la plupart des cas, indépendants les uns des autres, tandis que chez Vénus la scintillation consiste principalement dans les changements simultanés de tous les rayons. On le voit bien sur les copies des scintillogrammes que j'ai l'honneur de soumettre à l'attention de l'Académie.

Il faut ajouter cependant qu'avec un astrographe comme le mien et avec la sensibilité actuelle des plaques photographiques, on ne peut enregistrer les scintillations que par des groupes de plusieurs dizaines. En effet, on sait que le nombre des changements de couleur des étoiles dépasse quelquefois 100 par seconde. Or, sur ma plaque, l'étoile parcourt en 1 seconde seulement $0^{mm},06$, et c'est dans cette bande mince que sont renfermés tous ces changements.

Parmi tous les scintillogrammes de Vénus, pris entre le 9 et le 16 mai 1911 avec la durée totale de 122 minutes, il y en a un, celui du 11 mai, qui est particulièrement intéressant. Ce scintillogramme a été photographié entre $14^h 41^m$ et $15^h 10^m$ t. sid. de Poulkovo. La hauteur apparente de Vénus, pendant ce temps-là, était très faible, à savoir : $4°4'$ au commencement et $1°54'$ à la fin. En plus, la planète se trouvait au-dessus des brumes de Saint-Pétersbourg, et, dans ces conditions, on s'explique la faiblesse excessive des rayons $520^{\mu\mu}$-$460^{\mu\mu}$ et l'extinction complète de tous les rayons plus réfrangibles que $\lambda\, 460^{\mu\mu}$; ce qu'on a constaté après le développement du scintillogramme. D'ailleurs, avec l'abaissement progressif de Vénus, cette extinction gagnait régulièrement les rayons de longueur d'onde de plus en plus grande. Par contre, dans les rayons rouges, le spectre est bien visible jusqu'au delà de la raie β.

Or, à l'endroit correspondant à $15^h 3^m,5$, quand la hauteur apparente de la planète n'était que de $2°20'$, il s'est produit une réapparition instantanée du spectre tout entier jusqu'à $\lambda\, 415^{\mu\mu}$. Les rayons rouges et orangés sont devenus un peu plus brillants qu'immédiatement avant et après, mais ce sont les rayons $500^{\mu\mu}$-$475^{\mu\mu}$ qui se sont montrés pour un instant les plus éclatants du spectre, tandis qu'ils sont absolument invisibles pendant le quart d'heure dont le milieu correspond au phénomène en question. L'étude attentive du négatif original exclut toute idée d'un défaut quel-

conque de la couche sensible, qui pourrait produire cette particularité. On voit par là l'intérêt que présente l'enregistrement continu de la scintillation des étoiles pour l'étude des propriétés d'absorption de notre atmosphère.

Je passe maintenant à la reproduction de la scintillation des étoiles. Pour ce but j'ai fait usage du principe de la réversibilité du spectroscope photographique indiqué en 1906 par M. Lippmann (*Comptes rendus*, t. 143, p. 270). D'après ce principe, pour reproduire la couleur d'un point lumineux, il faut photographier son spectre, en faire le diapositif et le rentrer dans le châssis du même spectrographe de telle façon que les raies spectrales reviennent à leurs places respectives. En éclairant ensuite le diapositif par de la lumière blanche, on obtient dans la fente la synthèse de tous les rayons en correspondance exacte avec la couleur du point photographié. S'il y a une succession des spectres d'un même point, il suffit de déplacer peu à peu le diapositif dans le châssis pour voir les changements de couleur du point.

Dans le cas actuel, il serait impossible de se servir de l'astrographe lui-même, et j'ai arrangé pour cela un spectrographe de laboratoire. Sa dispersion est un peu moindre que celle du système astrographe + prisme objectif; c'est pourquoi il a fallu changer convenablement l'échelle des scintillogrammes. Pourtant, il reste encore une inégalité de la dispersion différentielle des deux appareils, mais elle n'a pas d'importance dans le cas présent.

Sur la photographie que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie on voit les détails principaux du spectrographe avec les changements qui y ont été faits pour la reproduction de la scintillation. Le diapositif du scintillogramme est placé dans un cadre qui est mû par un mécanisme à ressort. Le diapositif est éclairé par une lumière intense. La fente est remplacée par une petite ouverture circulaire qu'on observe à l'œil nu à la distance de la vision distincte.

En mettant le mécanisme en marche, on voit des changements de couleur et d'intensité de l'étoile. Cependant ces changements sont bien plus lents que dans la nature, ce qui tient aux causes indiquées plus haut.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de Laplace à solutions quadratiques.* Note de M. TZITZÉICA.

1. Je suppose que l'équation de Laplace à invariants égaux

$$\frac{\partial^2 \alpha}{\partial u\, \partial v} = h\alpha \tag{1}$$

admet les $n+2$ solutions α_i, liées par la relation quadratique

$$\sum_1^n \alpha_i^2 = \alpha_{n+1}\alpha_{n+2}. \tag{2}$$

Soient α'_i les $n+2$ fonctions obtenues de α_i pour la transformation de Moutard et à l'aide de la solution particulière R de (1). Ces nouvelles fonctions vérifient aussi une équation de la forme (1). Le problème de choisir la solution R, ou de déterminer la transformation de Moutard, de manière que les α'_i vérifient aussi la relation

$$\sum_1^n \alpha'^2_i = \alpha'_{n+1}\alpha'_{n+2}, \tag{2'}$$

n'a pas encore été résolu d'une manière générale. Nous l'avons complètement résolu dans les cas $n=2$, $n=3$, $n=4$ et, dans le cas $n=3$, nous avons montré qu'il est identique à la transformation des surfaces isothermiques données par M. Darboux.

Nous nous proposons maintenant de faire voir que, dans le cas général aussi, le problème se confond avec une généralisation de la transformation de M. Darboux.

2. Tout d'abord nous posons

$$x_i = \frac{\alpha_i}{\alpha_{n+2}} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n);$$

ces fonctions sont des solutions d'une équation de Laplace de la forme

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\, \partial v} = \frac{\partial \theta}{\partial v}\frac{\partial x}{\partial u} + \frac{\partial \theta}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial v}. \tag{3}$$

Comme, en vertu de (2), Σx_i^2 est une solution de cette équation, il résulte

que l'on peut poser

$$\sum dx_i^2 = e^{2\theta}(du^2 + dv^2).$$

Le réseau (x) décrit par le point $x(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est donc, dans l'espace à n dimensions, un réseau isothermique. Introduisons les notations suivantes :

(4) $$\frac{\partial x_i}{\partial u} = e^{\theta}\xi_i, \qquad \frac{\partial x_i}{\partial v} = e^{\theta}\eta_i,$$

où l'on a

$$\sum \xi_i^2 = 1, \qquad \sum \eta_i^2 = 1, \qquad \sum \xi_i \eta_i = 0.$$

On peut considérer les ξ_i et les η_i comme les éléments des deux dernières lignes d'un déterminant orthogonal à n lignes et n colonnes, dont nous désignons les autres éléments par X_i^p (¹). On a alors les relations suivantes :

(5) $$\begin{cases} \dfrac{\partial \xi_i}{\partial u} = -\dfrac{\partial \theta}{\partial v}\eta_i - \displaystyle\sum_1^{n-2} a_p X_i^p, & \dfrac{\partial \eta_i}{\partial u} = \dfrac{\partial \theta}{\partial v}\xi_i, \qquad \dfrac{\partial X_i^p}{\partial u} = a_p \xi_i, \\ \dfrac{\partial \xi_i}{\partial v} = \dfrac{\partial \theta}{\partial u}\eta_i, & \dfrac{\partial \eta_i}{\partial v} = -\dfrac{\partial \theta}{\partial u}\xi_i - \sum b_p X_i^p, \qquad \dfrac{\partial X_i^p}{\partial v} = b_p \eta_i, \end{cases}$$

et les conditions d'intégrabilité de ce système sont

(6) $$\frac{\partial a_p}{\partial v} = \frac{\partial \theta}{\partial v} b_p, \qquad \frac{\partial b_p}{\partial u} = \frac{\partial \theta}{\partial u} a_p, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial v^2} + \Sigma a_p b_p = 0.$$

3. Posons aussi $x_i' = \dfrac{\alpha_i'}{\alpha_{n+2}'}$ $(i = 1, 2, \ldots, n)$. A cause de la transformation de Moutard et des relations (2) et (2'), on peut trouver des fonctions k et k' et une fonction A telles que l'on ait

(7) $$\begin{cases} \dfrac{\partial k'}{\partial u} = A\dfrac{\partial k}{\partial v}, & \dfrac{\partial k' x_i'}{\partial u} = A\dfrac{\partial k x_i}{\partial u}, & \dfrac{\partial k' \Sigma x_i'^2}{\partial u} = A\dfrac{\partial k \Sigma x_i^2}{\partial u}, \\ \dfrac{\partial k'}{\partial v} = -A\dfrac{\partial k}{\partial u}, & \dfrac{\partial k' x_i'}{\partial v} = -A\dfrac{\partial k x_i}{\partial v}, & \dfrac{\partial k' \Sigma x_i'^2}{\partial v} = -A\dfrac{\partial k \Sigma x_i^2}{\partial v}. \end{cases}$$

Il est évident que l'on peut trouver n fonctions α, β et u_p $(p = 1, 2, \ldots, n-2)$ telles que les x_i' s'expriment par les formules suivantes :

(8) $$x_i' = x_i + \alpha\xi_i + \beta\eta_i + \Sigma u_p X_i^p.$$

En introduisant ces expressions dans les formules (7), en utilisant les

(¹) C. Guichard, *Annales de l'École Normale*, 1897.

relations (4), (5) et (6), enfin en posant

$$(9)\qquad k' = \sigma, \qquad k = -\frac{1}{\varphi}, \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial u} = e^{\theta}\lambda, \qquad \frac{\partial \varphi}{\partial v} = e^{\theta}\mu,$$

on trouvera d'abord

$$\alpha = -\frac{\lambda}{m\sigma}, \qquad \beta = -\frac{\mu}{m\sigma}, \qquad m = \text{const.};$$

et en posant aussi $u_p = -\frac{w_p}{m\sigma}$, on obtiendra les relations

$$(10)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial \sigma}{\partial u} = e^{-\theta}\lambda, \quad \dfrac{\partial \lambda}{\partial u} = -\dfrac{\partial \theta}{\partial v}\mu + m(e^{\theta}\sigma + e^{-\theta}\varphi) - \Sigma a_p w_p, \\ \dfrac{\partial \mu}{\partial u} = \dfrac{\partial \theta}{\partial v}\lambda, \quad \dfrac{\partial w_p}{\partial u} = a_p \lambda, \\ \dfrac{\partial \sigma}{\partial v} = -e^{-\theta}\mu, \quad \dfrac{\partial \lambda}{\partial v} = \dfrac{\partial \theta}{\partial u}\mu, \\ \dfrac{\partial \mu}{\partial v} = -\dfrac{\partial \theta}{\partial u}\lambda + m(e^{\theta}\sigma - e^{-\theta}\varphi) - \Sigma b_p w_p, \quad \dfrac{\partial w_p}{\partial v} = b_p \mu \end{cases}$$

et

$$(11)\qquad \lambda^2 + \mu^2 + \Sigma w_p^2 = 2m\varphi\sigma.$$

Le système linéaire d'équations aux dérivées partielles, formé par les deux équations en φ de (9) et par les équations (10), est complètement intégrable en vertu des relations (6). Son intégrale générale contient $n+2$ constantes arbitraires. Comme d'autre part, pour toute intégrale $(\lambda, \mu, w_p, \varphi, \sigma)$ du système, on a

$$\lambda^2 + \mu^2 + \Sigma w_p^2 - 2m\varphi\sigma = \text{const.},$$

il résulte qu'en imposant à l'intégrale générale la relation (11), elle contiendra encore $n+1$ constantes arbitraires. Dans ces conditions il est aisé de voir que l'on a pour les x'_i la relation

$$\Sigma\, dx_i'^2 = e^{-2\theta}\frac{\varphi^2}{\sigma^2}(du^2 + dv^2),$$

ce qui montre bien que le réseau (x') déduit du réseau isothermique (x) est lui aussi isothermique. Pour $n = 3$ on retombe sur la transformation de M. Darboux. On voit donc bien que toute transformation de Moutard de $n+2$ solutions quadratiques en $n+2$ solutions quadratiques se réduit à une généralisation de la transformation D_m de M. Darboux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet.* Note de M. **Henri Lebesgue**, présentée par M. Émile Picard.

Le problème consiste à trouver une fonction V(P) harmonique et continue dans un domaine donné D, continue sur la frontière F de D et égale sur cette frontière à une fonction donnée $f(P)$, continue dans D et sur F. Nous supposerons que D est un de ces domaines pour lesquels on peut affirmer l'existence de la solution V(P), quelle que soit la fonction donnée $f(P)$, et nous nous proposons de calculer V(P).

Des méthodes qui permettent de démontrer l'existence de V(P) les seules qui conduisent à des algorithmes assez simples pour permettre le calcul sont celles de Neumann et de Fredholm ; elles rattachent le calcul à la résolution d'une équation intégrale, linéaire, non homogène, de seconde espèce. Il est très facile de rattacher le calcul de V à la résolution d'une équation intégrale, singulière, linéaire, homogène, de seconde espèce.

Plaçons-nous, pour fixer les idées, dans le cas de deux dimensions. Soit C(P) le plus grand cercle de centre P et qui soit contenu dans D + F; le théorème de la moyenne de Gauss s'écrit alors

$$(1)\quad V(P) = \int\int_{C(P)} \frac{1}{\int\int_{C(P)} dx\,dy} V(x,y)\,dx\,dy = \int\int_{D} K_1(P,Q)\,V(x,y)\,dx\,dy,$$

$K_1(P, Q)$ étant le facteur qui multiplie $V(x,y)$ dans l'intégrale du second membre si le point Q de coordonnées x, y est intérieur à C(P) et $K_1(P, Q)$ étant nul dans le cas contraire. Cette équation est celle dont il s'agit.

Tandis que l'équation de Neumann-Fredholm ne peut être écrite que si l'on connaît $f(P)$ et qu'elle n'admet qu'une solution, l'équation (1) est vérifiée par toutes les fonctions harmoniques dans D. *On peut donc, au sujet de l'équation* (1), *se poser un problème de Dirichlet en remplaçant, dans l'énoncé du début de cette Note, la condition que* V(P) *soit harmonique par la condition que* V(P) *satisfasse à l'équation* (1) [1].

Ce problème transformé ne peut admettre deux solutions, car une fonction ayant dans D un maximum ou un minimum absolu, ne peut satisfaire à l'équation (1); donc, dans les conditions où nous nous sommes

[1] On peut aussi se poser un problème de Dirichlet pour l'équation non homogène correspondant à l'équation (1).

placés, son unique solution est la solution du problème de Dirichlet ordinaire.

Le problème transformé se résout de suite par la méthode des approximations successives utilisée comme pour les équations de Volterra; d'ailleurs, pour le cas d'une dimension, l'équation (1) est presque une équation de Volterra. Posons :

$$K_i(P,Q)=\int\int_D K_1(P,\alpha)K_{i-1}(\alpha,Q)\,d\alpha, \qquad f_i(P)=\int\int_D K_i(P,Q)f(Q)\,dQ.$$

Les fonctions $f_i(P)$ *convergent uniformément vers la fonction* $V(P)$ *cherchée.*

La méthode peut être variée de bien des manières; r désignant la distance des deux points P et Q, le théorème de la moyenne fournit l'égalité

$$(2)\qquad V(P)=\int\int_{C(P)}\frac{\varphi(r)}{\int\int_{C(P)}\varphi(r)\,dQ}V(Q)\,dQ,$$

qui fait correspondre, à chaque fonction $\varphi(r)$, un noyau $K_1(P,Q)$ à partir duquel on peut raisonner comme précédemment sous de très larges conditions. Si, en particulier, on suppose $\varphi(r)$ égale à 1 dans un intervalle et nulle ailleurs, cela revient à appliquer l'opération de moyenne à un cercle ou à une couronne circulaire concentrique à $C(P)$. Comme cas limite, on est conduit à l'opération de moyenne appliquée à la circonférence frontière de $C(P)$. Cette opération réitérée fournit bien encore la solution $V(P)$, mais elle ne correspond plus à l'algorithme indiqué.

J'indique, pour le cas du noyau primitif, la marche de la démonstration qui est extrêmement simple quand on suppose, comme je l'ai fait ici, l'existence de la solution du problème de Dirichlet antérieurement démontrée. De ce théorème d'existence résulte qu'à chaque point M de F on peut associer une fonction harmonique $V_M(P)$ continue dans $D+F$ et égale, en chaque point P de F, à la distance PM. En disposant convenablement des constantes arbitraires A et B, on formera une fonction $AV_M(P)+B$ plus grande que $f(P)$ dans tout $D+F$ et ne surpassant $f(P)$ au point M que d'une quantité inférieure à ε.

Cette fonction sera dite une barrière supérieure; on définira de même une barrière inférieure. Toutes les $f_i(P)$ sont comprises entre ces deux barrières et par suite il existe un voisinage F_1 de F dans lequel toutes les f_i diffèrent de moins de 2ε. Si donc le maximum $\mu_{i,i+p}$ de $|f_i(P)-f_{i+p}(P)|$

surpasse 3ε, il est atteint dans $D - F_1$. Or, pour P dans $D - F_1$, on peut fixer une limite inférieure α de la fraction d'aire de C (P) qui est dans F_1, et l'on a

$$|f_{i+1}(P) - f_{i+p+1}(P)| = \left|\int\int_D K_1(P, Q)[f_i(Q) - f_{i+p+1}(Q)]\,dQ\right|$$
$$< \mu_{i,i+p} - \alpha(\mu_{i,i+p} - 2\varepsilon).$$

$\mu_{i+1,\,i+p+1}$ ne surpasse donc pas le plus grand des deux nombres 3ε et $\mu_{i,i+p} - \alpha\varepsilon$ et par suite, si M est le maximum de $|f(P)|$, pour i supérieur à $\frac{2M}{\alpha\varepsilon}$, le maximum de $|f_i(P) - f_{i+p}(P)|$ ne surpasse pas 3ε. La démonstration est achevée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de formes quadratiques à quatre variables liées à la transformation des fonctions abéliennes.* Note de M. G. **Cotty**, présentée par M. G. Humbert.

Dans une précédente Note (29 janvier 1912), j'ai étudié les formes définies appartenant à une certaine classe de formes quadratiques à quatre variables signalées par Hermite et intimement liées à la transformation des fonctions abéliennes de genre 2. Je me propose d'indiquer quelques résultats relatifs aux formes indéfinies et je renvoie pour les notations à la Note précédente.

5. Les formes indéfinies se séparent en deux types bien distincts :

1° Les formes f dont la forme binaire adjointe $\varphi(x, y)$ est indéfinie ;
2° Les formes f pour lesquelles $\varphi(x, y)$ est définie positive.

6. L'étude de la réduction et de l'équivalence des formes du premier type se poursuit d'après les principes que nous avons indiqués. Elle comprend comme cas particulier l'étude des formes indéfinies, analogues aux formes à indéterminées conjuguées d'Hermite et de Bianchi, du type signalé dans la Note précédente (n° 4).

Le nombre de classes de formes f indéfinies de discriminant donné dont la forme binaire adjointe est indéfinie et représente proprement un nombre négatif donné, nécessairement congru à 0 *ou à* 1 *suivant le module* 4, *est fini.*

Les formes f indéfinies de discriminant δ^2 donné, δ étant un entier négatif, se répartissent en un nombre fini de classes.

On peut, de plusieurs manières, donner des conditions de réduction pour ces formes, mais, en général, il y a plusieurs réduites dans chaque classe.

7. Les formes f indéfinies pour lesquelles la forme binaire adjointe $\varphi(x,y)$ est définie positive s'étudient également par la méthode générale indiquée précédemment, la formation effective des réduites étant cependant moins aisée que dans les deux autres cas. Mais une interprétation géométrique de la transformation des fonctions abéliennes de genre 2, dont la première idée est due à M. Humbert et que nous avons développée, permet de relier l'étude des formes considérées à une question traitée par M. Humbert relative aux fonctions abéliennes singulières (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 5ᵉ série, t. IX, 1903, p. 65 et suiv.). C'est véritablement cette classe de formes qui se trouve étroitement liée à la théorie analytique de la transformation ; toute propriété de ces formes a sa correspondante pour les fonctions abéliennes ordinaires ou singulières. C'est ainsi que des propriétés des surfaces hyperabéliennes de M. Humbert (Mémoire cité, p. 91) on déduit immédiatement que

Les formes f indéfinies de discriminant δ^2 donné et dont la forme binaire associée est définie positive et représente proprement un nombre donné du type $4N$ ou $4N+1$ se répartissent en un nombre fini de classes.

Les formes f indéfinies pour lesquelles δ est positif se distribuent en un nombre limité de classes.

En général, à une classe de formes binaires adjointes $\varphi(x, y)$, correspondent plusieurs classes de formes f.

A chaque forme f correspond un groupe fuchsien, isomorphe au groupe des transformations de la forme quaternaire en elle-même, et lié aux transformations semblables de la forme ternaire $z^2 - \varphi(x,y)$.

Nous nous limiterons à ces résultats donnant la solution du problème posé par Hermite, mais nous reviendrons sur ces formes qui permettent de poursuivre l'analogie des entiers ordinaires et des entiers d'un corps quadratique positif, car leur étude comprend, comme cas particulier, celle des formes à indéterminées conjuguées pour un corps positif.

8. Soit

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3) = \Sigma a_{ij} x_i x_j \qquad (i, j = 0, 1, 2, 3); \qquad a_{ij} = a_{ji}$$

une forme quadratique à coefficients entiers. Nous dirons qu'elle appartient au complexe linéaire

$$\Sigma A_{ik} p_{ik} = 0,$$

les p_{ik} étant les coordonnées pluckériennes ordinaires dans un espace où les coordonnées tétraédriques sont x_0, x_1, x_2, x_3, si l'une des deux séries réglées tracées sur la quadrique $f = 0$, fait partie du complexe. Si les A_{ik} sont entiers et premiers entre eux, le nombre

$$\Delta = A_{01} A_{23} + A_{02} A_{31} + A_{03} A_{12}$$

sera dit *l'invariant arithmétique* du complexe

Considérons les formes f appartenant à un complexe arithmétique (k) d'invariant 1 ; les a_{ij} sont liés par 5 relations homogènes et du second degré et à coefficients entiers. Considérons, d'autre part, les substitutions homographiques (a_i, b_i, c_i, d_i) sur les x_i, à coefficients entiers et de déterminant égal à 1 laissant invariant le complexe (k). Les a_i, b_i, c_i, d_i sont liés par 6 relations homogènes du second degré et à coefficients entiers.

On peut se proposer d'étudier l'équivalence des formes f par ces substitutions spéciales. Cette étude se ramène à celle des formes signalées par Hermite. Et il est aisé d'énoncer tous les résultats relatifs à la distribution en classes de ces formes.

Me bornant à cette indication, je signalerai la remarque suivante :

Toute forme quadratique à quatre variables, appartenant à un complexe à coefficients rationnels, a son discriminant carré parfait.

9. En étudiant la transformation des fonctions abéliennes de genre 2, relatives au Tableau des périodes

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{n} & 0 & g & h \\ 0 & 1 & h & g' \end{vmatrix},$$

j'ai été amené à considérer des formes particulières à quatre variables plus générales que celles d'Hermite dont l'étude, qui se poursuit d'après les mêmes principes, donne d'intéressants résultats relatifs à la théorie des nombres.

ACOUSTIQUE. — *Sur la résonance multiple des cloches.* Note de M. Gabriel Sizes, transmise par M. J. Violle.

On est généralement très sobre de détails sur les manifestations vibratoires des cloches. La poétique définition de Lamennais, dans son laconisme, en dit plus que toute autre : « La cloche, par d'innombrables vibrations partielles, et conséquemment par autant de sons coexistants au son primordial, représente la voix une et multiple de la nature. » Il est certain qu'on n'a su voir aucune relation entre les vibrations partielles et le son prédominant des cloches.

En 1881, M. C. Saint-Saëns posa le principe : que les harmoniques partiels des cloches n'avaient qu'une relation secondaire avec le son prédominant, qu'on croyait être le fondamental, et que la véritable fondamentale de la manifestation harmonique vibrait à un intervalle inférieur si éloigné du son prédominant que notre oreille ne pouvait la percevoir.

Par les inscriptions des vibrations des quatre principales cloches de la cathédrale de Montpellier, faites avec la collaboration de M. G. Massol, j'ai pu déterminer la base des rapports des vibrations de ces cloches (comme précédemment celle des diapasons), au moyen de la méthode harmonique musicale, élaborée avec la haute collaboration de M. C. Saint-Saëns. Le principe de cette méthode est exposé dans une Note, présentée à l'Académie le 6 janvier 1908 ([1]).

La plus importante de ces cloches mesure $1^m,72$ de diamètre et pèse 2800^{kg}. Elle vibre un son prédominant faisant 106 vd $=$ La_1. Ce La_1 est *en fonction* de 6e harmonique; il est accompagné de sa *tierce mineure harmonique* $\frac{7}{6}$. La fondamentale réelle (non inscrite) ou son 1 est un $Ré_{-3}$ de $1^v,1$. Ce qui donne au son prédominant le rang de 96e harmonique de l'échelle générale de cette cloche. Deux accords de *septième mineure harmonique de dominante* caractérisent deux tonalités différentes en rapport de quinte; dans l'échelle inférieure, le ton de sol majeur, par l'accord ré, fa♯, la, ut; dans l'échelle supérieure, le ton de Ré majeur, par l'accord la, ut♯, mi, sol. 21 harmoniques se sont inscrits : 6 inférieurs et 14 supérieurs; les lire dans l'ordre

([1]) Sizes et Massol, *Sur les harmoniques d'un corps vibrant* (*Comptes rendus*, t. 146, p. 24). Voir aussi, des mêmes auteurs, *Comptes rendus*, 18 novembre 1907, 17 mai 1909, et 1910, *passim*.

adopté : 1° Noms des sons; 2° Nombre de vibrations; 3° Ordre des harmoniques et rapports à la fondamentale. Le trait placé sous un nom de note signifie que ce son est *en fonction* de 7[e] harmonique.

($ré_{-5}$)	la_{-3}	$ré_{-1}$	$\underline{ut}_0$	$ré_0$	mi_0	$fa^{\#}_1$	(la_1)	$\underline{ut}_2$	$ré_2$	$ré^{\#}_2$	$\underline{sol}_2$
(1^v, 1)	$6^v, \frac{2}{3}$	$17^v, \frac{2}{3}$	31^v	$35^v, \frac{1}{3}$	40^v	$88^v, \frac{1}{3}$	(106^v)	124^v	$141^v, \frac{1}{3}$	150^v	$185^v,5$
(1)	6	16	28	32	36	80	(96)	112	128	136	168

la_2	$\underline{ut}_3$	$ré_3$	$fa^{\#}_3$	la_3	mi_4	la_4	$\underline{ut}_5$	u t	mi_5
212^v	248^v	$282^v, \frac{2}{3}$	$353^v, \frac{1}{3}$	424^v	640^v	848^v	992^v	1060^v	1280^v
192	224	256	320	384	576	768	896	960	1152

La seconde cloche mesure $1^m,52$ de diamètre et pèse 2400^{kg}. Le son prédominant $= 120$ v.d $= Si_1$. Fondamentale réelle (non inscrite) Mi_{-5} de $1^v,25$. Mêmes considérations harmoniques que pour la précédente. Échelle inférieure, ton de La majeur. Échelle supérieure, ton de Mi majeur. 23 harmoniques inscrits : 9 inférieurs et 13 supérieurs.

(mi_{-5})	$Fa^{\#}_{-2}$	$sol^{\#}_{-2}$	$sol^{\#}_{-1}$	$\underline{ré}_0$	mi_0	$fa^{\#}_0$	$sol^{\#}_0$	mi_1	la_1	(si_1)	$\underline{ré}_2$
($1^v,25$)	$11^v, \frac{1}{4}$	$12^v, \frac{1}{2}$	25^v	35^v	40^v	45^v	50^v	80^v	$112^v,5$	(120^v)	140^v
(1)	9	10	20	28	32	36	40	64	90	(96)	112

$fa^{\#}_2$	$sol^{\#}_2$	si_2	$\underline{ré}_3$	mi_3	$fa^{\#}_3$	si_3	$ut^{\#}_4$	$\underline{ré}_4$	$ré^{\#}_4$	mi_4	$fa^{\#}_4$
180^v	200^v	240^v	280^v	320^v	360^v	480^v	540^v	560^v	600^v	640^v	720^v
144	160	192	224	256	288	384	432	448	480	512	576

La troisième cloche mesure $1^m,375$ de diamètre et pèse 1400^{kg}. Le son prédominant $= 135$ v.d $= ut^{\#}_2$; avec la particularité d'être *en fonction* de 9[e] harmonique (quinte supérieure du 6[e] harmonique). Fondamentale réelle (non inscrite) Si_{-6} de $0^v,9375$; ce qui donne au son prédominant le rang de 144[e] harmonique. A part cela, mêmes considérations harmoniques que pour les précédentes. Échelle inférieure, ton de Mi majeur. Échelle supérieure, ton de Si majeur.

23 harmoniques inscrits : 10 inférieurs et 12 supérieurs.

(Si_{-6})	si_{-3}	$fa^{\#}_{-2}$	$fa^{\#}_{-1}$	$sol^{\#}_{-1}$	$ut^{\#}_0$	$fa^{\#}_0$	$ut^{\#}_1$	$fa^{\#}_1$	$\underline{la}_1$	si_1	($ut^{\#}_2$)
($0^v,9375$)	$7^v,5$	$11^v,25$	$22^v,5$	$25^v,3$	$33^v,75$	45^v	$67^v,5$	90^v	105^v	120^v	(135^v)
(1)	8	12	24	27	36	48	72	96	112	128	(144)

$\underline{mi}_2$	$sol^{\#}_2$	si_2	$ut^{\#}_3$	$\underline{mi}_3$	si_3	$ut^{\#}_4$	$\underline{mi}_4$	$sol^{\#}_4$	$la^{\#}_4$	$ut^{\#}_5$	$sol^{\#}_5$
$175^v,5$	$202^v,5$	240^v	270^v	315^v	480^v	540^v	630^v	810^v	900^v	1080^v	1620^v
168	216	256	288	336	512	576	668	864	960	1152	1728

La quatrième cloche mesure $1^m,15$ de diamètre et pèse 750^{kg}. Le son prédominant $= 160$ v. d $=$ mi_2. Fondamentale réelle (non inscrite) $Ré_{-5}$ de $1^v,11$. Mêmes considérations harmoniques que la précédente. Échelle inférieure, ton de Sol majeur. Échelle supérieure, ton de Ré majeur.

15 harmoniques inscrits : 8 inférieurs et 6 supérieurs.

($Ré_{-5}$)	$\underline{la}_{-2}$	$\underline{ut}_{-1}$	mi_{-1}	$\underline{sol}_{-1}$	$\underline{ut}_0$	la_0	mi_1	la_1	(mi_2)	$\underline{sol}_2$
($1^v,11$)	$13^v,\frac{1}{3}$	$15^v,5$	20^v	$23^v,\frac{1}{3}$	31^v	$53^v,\frac{1}{3}$	80^v	$106^v,6$	(160^v)	$186^v,6$
(1)	12	14	18	21	28	48	72	96	(144)	168

si_2	mi_3	$\underline{sol}_3$	mi_4	mi_5
240^v	320^v	$373^v,3$	640^v	1280^v
216	288	336	576	1152

PHYSIQUE. — *Sur la condensation de la vapeur d'eau par détente dans une atmosphère de gaz carbonique.* Note [1] de M. E. **Besson**, présentée par M. E. Bouty.

A l'aide du dispositif décrit dans une précédente Note [2] et en m'aidant de la même méthode d'inscription photographique, j'ai repris les expériences de M. C.-T.-R. Wilson [3] sur la condensation de la vapeur d'eau dans une atmosphère de gaz carbonique.

Ce gaz était obtenu en décomposant le bicarbonate de potassium par la chaleur; l'appareil était rempli par la méthode de déplacement, en utilisant un dégagement très abondant.

La condensation ne commence pas à se produire pour un degré de détente égal à 1,25 et pour les valeurs inférieures à 1,30 on n'observe que quelques gouttes. De 1,30 à 1,32, il y a augmentation légère de quelques gouttes et pour 1,33 on observe une petite pluie encore plus dense. A partir de ce moment, l'apparence observée est celle d'une pluie de plus en plus dense.

Le Tableau I rend compte du résultat obtenu.

---

(1) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, 24 juillet 1910, p. 250.

(3) C.-R. Wilson, *Philos. Trans.*, t. CXCII, A, 1899, p. 403.

Tableau I.

Degré de détente d.	Phénomène observé.	Degré de détente d.	Phénomène observé.
Valeurs inférieures à 1,30..........	Rien ou quelques rares gouttes.	Valeurs comprises entre 1,41 et 1,44 inclus..........	Accroissement rapide de la pluie avec le degré de détente.
Valeurs comprises entre 1,30 et 1,32 inclus..........	Quelques gouttes de plus; condensation insignifiante.	Valeurs comprises entre 1,453 et 1,50 inclus..........	Nuages épais restant assez longtemps en suspension. Accroissement assez lent de l'intensité avec le degré de détente.
$d = 1,332$........	Petite pluie, encore peu dense.	$d = 1,51$.........	Changement très sensible; brouillard très épais restant longtemps en suspension.
Valeurs comprises entre 1,332 et 1,40 inclus..........	Augmentation lente de la pluie.	Valeurs supérieures à 1,51..........	Même apparence; l'intensité du brouillard paraît peu sensible à l'accroissement du degré de détente.

C'est pour une valeur de d voisine de 1,453 que l'augmentation du nuage se fait surtout sentir. La méthode d'inscription graphique, appliquée pour des détentes comprises entre 1,41 et 1,51, rend compte de ces apparences. La limite supérieure $d = 1,51$ est très nettement établie; la limite inférieure est moins précise, elle se trouve au voisinage de 1,33.

Dans l'intention de la déterminer plus rigoureusement, j'ai soumis le gaz à l'action ionisante des rayons de Röntgen; la durée d'exposition était de 2 secondes. La première pluie appréciable se produisait pour $d = 1,30$, comme cela a déjà lieu dans le cas de l'air. Sous l'action des rayons de Röntgen, la condensation apparaît un peu plus tôt que sans ionisation préalable.

Il est important de remarquer que *l'introduction d'une petite quantité d'air dans l'appareil provoque un abaissement important de la limite inférieure*. Sans ionisation, pour la valeur $d = 1,30$, on a une pluie très nette et, avec ionisation préalable, on obtient déjà une pluie très appréciable

pour $d = 1,28$, et une pluie très abondante, presque un brouillard, pour $d = 1,30$. Il importe donc d'éliminer toute trace d'air.

On remarquera aussi que lorsque de l'air est mélangé au gaz carbonique, les centres qui prennent naissance dans l'air sous l'action des rayons de Röntgen et qui provoquent la condensation au moment de la détente n'ont plus la même aptitude condensante ; la présence du gaz carbonique retarde l'apparition du phénomène qui devrait commencer à se produire dans l'air pour la valeur $d = 1,25$.

De nouvelles expériences ont été entreprises en employant dans l'appareil de l'eau préalablement privée d'air et en balayant l'air par un courant rapide de gaz carbonique circulant longtemps. Les résultats obtenus sont contenus dans le Tableau II.

Tableau II.

Degré de détente d.	Phénomène observé.	Degré de détente d.	Phénomène observé.
Valeurs inférieures à 1,345.........	Rien ou quelques rares gouttes.	Valeurs comprises entre 1,477 et 1,51 inclus...	Nuage épais; accroissement assez lent de l'intensité avec le degré de détente.
$d = 1,345$........	Faible pluie.		
Valeurs comprises entre 1,345 et 1,466 inclus..	La pluie augmente peu à peu avec la détente et l'on finit par obtenir des nuages assez intenses.	$d = 1,523$........	Changement très sensible, brouillard très épais restant longtemps en suspension.
$d = 1,477$........	Augmentation brusque, nuage épais.	Valeurs supérieures à 1,523........	Même apparence; l'intensité du brouillard paraît peu sensible à l'accroissement du degré de détente.

La comparaison des résultats contenus dans les deux Tableaux montre que les précautions prises pour mieux éliminer les traces d'air ont eu pour effet de remonter les limites inférieure et supérieure de la détente dans le cas où le gaz n'est pas préalablement ionisé.

Avec ionisation préalable dans les mêmes conditions que précédemment, la première petite pluie appréciable se produirait pour $d = 1,324$.

La méthode d'inscription photographique a été appliquée pour des

détentes comprises entre 1,39 et 1,55 et vérifie les résultats consignés dans le Tableau II.

Si l'on convient, comme on l'a fait pour l'air, de prendre pour limite inférieure commune, la valeur de d qui correspond au cas où le gaz est ionisé, c'est 1,32 que l'on doit prendre dans le cas du gaz carbonique, valeur bien supérieure à celle trouvée pour l'air ($d = 1,25$). Cette détente limite est donc susceptible de varier d'un gaz à l'autre, *même lorsque la condensation se produit sous l'action des rayons* X.

La limite supérieure est aussi plus élevée que pour l'air ($d = 1,52$ au lieu de 1,38).

PHYSIQUE. — *Sur la constante diélectrique de l'anhydride carbonique au voisinage du point critique*. Note de M. **L. Verain**, présentée par M. E. Bouty.

On connaît déjà pour un grand nombre de corps les valeurs de plusieurs grandeurs physiques au voisinage du point critique. Je me suis proposé d'en déterminer une nouvelle, la constante diélectrique, en opérant sur l'anhydride carbonique.

En 1895, Linde a mesuré les constantes diélectriques de CO^2 à l'état liquide, mais à des températures éloignées du point critique, son appareil ne lui permettant pas de dépasser 18° (1).

La méthode que j'ai employée est la seconde des deux méthodes décrites par Drude pour la détermination des constantes diélectriques (2).

Un oscillateur Blondlot envoie des ondes électriques le long de deux fils de cuivre parallèles ; on peut faire varier la longueur de cette ligne au moyen d'une double coulisse analogue à celle des trombones. Les deux fils aboutissent aux armatures d'un condensateur enfermé dans un tube de Natterer : ces armatures sont deux petits plateaux de platine de 30^{mm^2} de surface environ, distants de 2^{mm} à 3^{mm}.

Le tube de Natterer est en cristal à parois épaisses. On y a introduit par compression et refroidissement de l'anhydride carbonique pur en quantité telle qu'il y ait disparition du ménisque à la température critique. Ce remplissage présente quelques difficultés ; j'ai opéré par tâtonnements : ayant d'abord rempli le tube d'une quantité intentionnellement trop grande du corps, j'ai retiré du gaz par deux fois ; en refroidissant le tube à — 79° j'ai pu l'ouvrir à la pression atmosphérique, puis laisser distiller un peu de CO^2 en retirant légèrement le tube du mélange réfrigérant et en attendant le moment convenable pour fermer à la lampe.

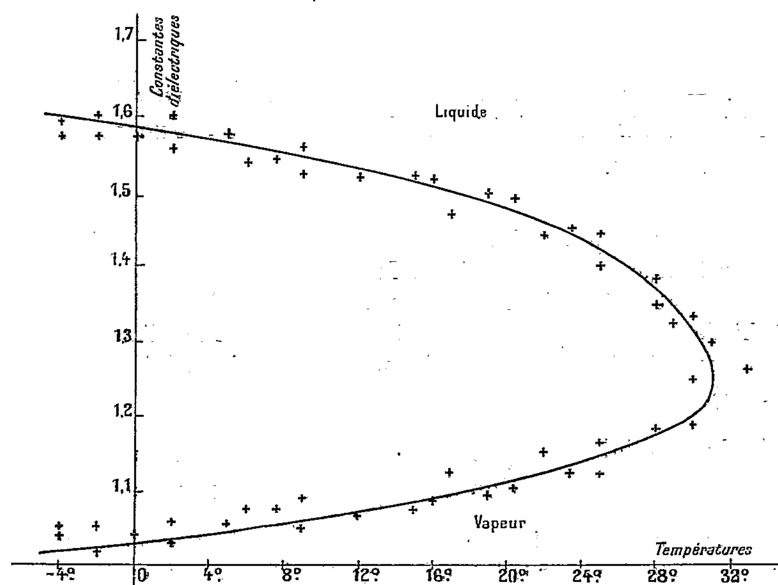
(1) *Wied. Ann.*, t. LVI, 1895, p. 546.

(2) *Zeits. f. phys. Chemie*, t. XXIII, 1897, p. 267.

Le condensateur se trouve placé au voisinage d'une des extrémités du tube et un dispositif très simple permet, en basculant la monture, de baigner de toutes parts les plateaux soit avec le liquide CO^2, soit avec la vapeur. De plus, l'agitation qui résulte de cette manœuvre assure l'uniformité de température du fluide sur lequel on opère. Le tube condensateur et sa monture sont placés dans un bain d'huile de vaseline dont on fait varier la température.

La longueur d'onde de l'oscillation secondaire utilisée est déterminée par la position d'un pont soudé sur les fils à peu de distance de l'endroit où ils quittent le cercle entourant l'oscillateur.

Pour chaque valeur de la constante diélectrique du corps remplissant le condensateur, il y a un tirage de la coulisse qui met en résonance les deux portions de circuit



situées de part et d'autre du pont. On détermine cette position en cherchant à rendre maximum l'éclat d'un tube à gaz raréfié, placé entre les deux fils à une distance $\frac{\lambda}{4}$ du pont, position où il y a un ventre de force électrique.

L'appareil a été préalablement étalonné en introduisant dans le tube condensateur du benzol pur, dont la constante diélectrique a été déterminée par Drude, par sa première méthode.

J'ai pu, avec cet appareil, déterminer simultanément, en croisant les expériences, les constantes diélectriques de CO^2 vapeur et de CO^2 liquide, à la pression de vapeur saturante, pour des températures comprises entre $-4°$ et $+30°$. Pour chaque température, j'ai fait plusieurs séries de 20 mesures alternées et j'ai pris la moyenne des résultats.

Dans les limites de température où les expériences ont été faites, la constante diélectrique est comprise entre 1,00 et 1,60. Pour une température déterminée, les écarts entre les valeurs trouvées dans différentes séries ne dépassent pas 0,05.

Comme on peut le voir sur le graphique ci-contre (températures en abscisses et constantes diélectriques en ordonnées), les deux constantes diélectriques du liquide et de la vapeur se rapprochent l'une de l'autre quand la température s'élève : la variation est plus grande pour le liquide que pour la vapeur et les deux courbes tendent à se raccorder par une tangente verticale à la température de 31°,4. Les valeurs de la constante diélectrique lues sur la courbe sont :

Températures.	Liquide.	Vapeur.
0°	1,58	1,04
10	1,54	1,07
20	1,48	1,11
30	1,32	1,20
31,4	1,25	1,25

Je poursuis ces recherches en modifiant les conditions expérimentales.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une balance-laboratoire à compensation électromagnétique destinée à l'étude des systèmes qui dégagent des gaz avec une vitesse sensible.* Note de M. G. Urbain, présentée par M. A. Haller.

Les balances de précision ordinaires ne permettent pas d'aborder l'étude des substances qui se décomposent avec une vitesse sensible, en dégageant des gaz.

Supposons qu'il s'agisse, par exemple, de l'efflorescence d'un sel. La vitesse avec laquelle un hydrate perd son eau dépend d'une foule de circonstances que troublent les manipulations nécessaires pour les pesées.

Pour une telle étude, il faut disposer d'une balance sensible, permettant de faire des pesées rapides — dans le vide au besoin — et à des températures variées et maintenues constantes. La balance elle-même doit tenir lieu de laboratoire ; et la manœuvre des poids doit pouvoir être faite de l'extérieur, en évitant les tâtonnements.

Au problème ainsi posé, j'ai donné une solution satisfaisante :

1° En remplaçant les poids marqués par l'attraction, au moyen d'un solénoïde,

d'une aiguille aimantée, suspendue verticalement à l'une des extrémités du fléau de la balance;

2° En plaçant le plateau, suspendu à l'autre extrémité du fléau, au centre d'un four électrique à résistance, dont la température peut être réglée à volonté et mesurée à chaque instant par un couple sensible;

3° En rendant la cage étanche et assez robuste pour supporter le vide;

4° En introduisant dans la cage de la balance des réactifs capables d'absorber les gaz à mesure qu'ils se produisent.

La balance étant constamment ramenée au zéro, en réglant l'intensité du courant qui traverse le solénoïde, l'aiguille aimantée reste toujours dans la même position vis-à-vis du solénoïde et l'attraction est proportionnelle à l'intensité du courant. L'emploi d'un shunt convenable aux bornes du galvanomètre placé dans le circuit du solénoïde permet même de lire directement, sur l'échelle, le poids de la substance, à chaque instant. Chaque pesée est ainsi extrêmement rapide.

Ce mode de compensation électromagnétique des variations de poids ne peut donner de résultats constants que si le magnétisme de l'aiguille aimantée reste invariable. L'intensité du champ magnétique du solénoïde doit donc être toujours très faible et le courant qui traverse le solénoïde ne doit pas risquer d'échauffer l'aiguille. Ce double résultat est atteint en ne faisant usage que de courants de très faible intensité. Il en résulte qu'on ne peut compenser, de cette manière, que de faibles variations de poids.

Dans ces conditions, la charge de la balance doit être très faible, et la balance très sensible.

Les variations de poids que je mesure sont de l'ordre de quelques milligrammes et la sensibilité de l'appareil de l'ordre du centième de milligramme. La cage de la balance faisant office de chambre de réaction, il importe que les émanations qu'elle renferme ne puissent détériorer les organes de l'appareil et en fausser les résultats.

L'appareil dont je fais actuellement usage a été construit en fils de verre de $\frac{4}{100}$ de diamètre environ. Le fléau, de forme triangulaire, a environ 8cm de longueur. Les trois couteaux, parallèles et dans le même plan, sont constitués par trois fils de platine de $\frac{3}{100}$ de millimètre de diamètre, et bien tendus.

Quiconque est familiarisé avec le travail du verre peut construire soi-même une balance de ce genre, sensible au $\frac{1}{100}$ de milligramme, et capable de porter 100 milligrammes et même davantage.

La sensibilité variant avec la charge, l'étalonnage de l'appareil doit être fait à pleine charge, en utilisant des tares convenables.

Le four électrique est constitué par un solénoïde de fil métallique très fin, dont les spires équidistantes sont soutenues par des fils de verre. Ce four qui se met très

vite en équilibre de température est placé dans un vase de Dewar. L'échauffement de cette partie de l'appareil ne modifie pas sensiblement l'étalonnage.

Cet appareil, qui a servi de modèle pour un appareil de quartz que je fais construire, m'a permis d'établir les lois suivant lesquelles les sels hydratés s'effleurissent dans une atmosphère sèche, et d'édifier, avec le concours de M. Ch. Boulanger, une méthode précise et remarquablement rapide pour la détermination des hydrates salins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application de l'électromètre à l'étude des réactions chimiques dans les électrolytes.* Note de M. **Marcel Boll**, présentée par M. G. Lippmann.

Les mesures de résistivité, en employant un électromètre comme appareil de zéro, permettent de suivre avec une grande précision, au sein des électrolytes, les réactions chimiques, soit spontanées comme les hydrolyses, soit accélérées par des actions catalytiques, soit enfin produites par un apport extérieur d'énergie (électrolyses, photolyses, etc.).

L'électromètre sert à comparer, par un procédé différentiel, les différences de potentiel efficaces entre les bornes de deux cuves électrolytiques, aussi identiques que possible et traversées par un même courant alternatif : l'une de ces deux cuves a une résistance fixe r, l'autre une résistance x qui varie par suite de la réaction chimique; toutes deux, d'abord équilibrées, sont placées côte à côte dans le même thermostat.

Les bornes A et B de la source d'énergie électrique communiquent respectivement avec les deux paires de quadrants de l'électromètre; entre ces mêmes bornes, on dispose en série les deux vases x et r et, à la suite, une résistance réglable R [1]. Le fil qui réunit les deux cuves, est relié à l'aiguille de l'électromètre; on ramène l'appareil au zéro, en agissant sur la résistance R, et l'on a [2]

$$x = R + r.$$

(1) De réactance aussi faible que possible. Dans les mesures relatives, cette réactance n'intervient que comme correction, en général négligeable.

(2) Si l'électromètre est réglé, ce qui n'est pas indispensable, car on peut conduire la mesure comme une double pesée.

L'électromètre que j'utilise est du type Curie, modifié par M. Moulin (1); l'aiguille, en mica argenté, reliée à la cage de l'appareil, est suspendue par un ruban en bronze phosphoreux (2).

Cherchons avec quelle précision l'équilibre de l'aiguille peut être réalisé :

Le déplacement du spot $d\alpha$ (en millimètres), qui correspond à une variation de dx ohms, est donné par la formule

$$d\alpha = k\,\mathrm{U}\,\mathrm{I}\,dx,$$

où U représente, en volts, la différence de potentiel efficace entre les bornes A et B; I est le courant efficace en ampères et k une constante qui, dans mon montage, se trouve égale à 350. Par suite, si l'on dispose d'une source U de 100 volts, les résistances x et $(\mathrm{R}+r)$ étant de 500 000 ohms chacune, l'intensité I ne dépasse pas 0,1 milliampère et 1^{mm} de l'échelle correspond à une variation dx d'environ 0,3 ohm.

On est limité, dans la valeur à attribuer au courant I, par l'élévation de température due à l'effet Joule, et comme U est égal à $(\mathrm{R}+r+x)\mathrm{I}$ ou bien à $2x\mathrm{I}$, la sensibilité $\frac{d\alpha}{dx}$ est proportionnelle à x, c'est-à-dire qu'*elle est d'autant plus grande que la concentration de la solution est plus faible :* c'est précisément dans ces conditions que la réaction chimique se produit avec le plus de netteté.

J'utilise cette méthode à l'étude *quantitative* des réactions photochimiques; de telles recherches ont été entravées, en grande partie, par la petitesse des masses produites sous l'influence des sources de lumière dont nous disposons; les procédés habituels de l'analyse chimique sont inapplicables, car, pour augmenter l'action de la lumière, il y a intérêt à éclairer, sur une grande surface, un volume *très faible* du liquide. J'ai été conduit, dans ce but, à faire construire des cuves à électrodes fixes, de forme allongée, contenant seulement 1^{cm^3} de solution; le rayonnement pénètre par la surface libre, qui atteint 5^{cm^2}.

Dans les expériences que je poursuis actuellement avec la collaboration de M. Paul Job, j'étudie les transformations, que subissent différents électrolytes. C'est ainsi, par exemple, que la résistance d'une solution dix-millinormale d'acide chloroplatinique (contenant par suite 4.10^{-5} gramme par centimètre cube) diminue de 300 000 ohms, avant de parvenir à l'état d'équilibre. Comme, pour des solutions aussi diluées, les variations de

(1) *Le Radium*, t. IV, mars 1907.

(2) De $0^{mm},08$ sur $0^{mm},045$.

conductivité et de concentration sont proportionnelles, il est possible, en appréciant des variations dx d'environ 1 ohm, de déceler des masses réagissantes, qui sont de l'ordre du dix-millionième de milligramme.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une loi générale de la dissolution.* Note de M. E. **Baud**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Communication présentée à l'Académie des Sciences dans la séance du 22 janvier dernier, j'ai montré théoriquement que la température de congélation d'un mélange binaire de corps normaux ou non normaux était donnée par l'équation

$$T_2 = T_1 \frac{1 - \frac{q}{Q}}{1 + K \operatorname{Log} x}$$

en fonction de la température absolue de fusion T_1 du corps qui cristallise, de sa chaleur moléculaire de fusion Q, de la chaleur de dilution q et de la concentration moléculaire x.

Nous avons supposé constantes les chaleurs de fusion et de dilution. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, il faut introduire des termes correctifs contenant les chaleurs spécifiques dans les états solide et liquide du corps qui cristallise, ainsi que les chaleurs spécifiques de la solution et des constituants.

J'ai vérifié l'équation ci-dessus pour des mélanges d'acide acétique, corps certainement anormal, avec le benzène et avec le bromure d'éthylène.

Les chaleurs de dilution de ces solutions sont pratiquement indépendantes de la température. La mesure directe de ces quantités manquerait de précision.

Il est préférable de construire la courbe des chaleurs de mélange, de mener la tangente au point correspondant à la concentration considérée et de déterminer graphiquement la chaleur de dilution $\frac{dQ}{dx}$.

La concentration moléculaire de la solution a été calculée en prenant pour poids moléculaire de l'acide acétique $(C^2H^4O^2)^2$ à l'état liquide, à la température ordinaire.

C'est la valeur déduite des mesures de tension superficielle, par Ramsay et Shields et par Kistiakowsky (¹).

(¹) *Zeits. für Elek.*, t. XII, p. 513.

Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

C^6H^6. mol	$(C^2H^4O^2)^2$. mol	q. cal	T_1.	T_2 obs.	T_2 calc.	Corps qui cristallise.
0,8472	0,1528	0,015	278,6	269,8	269,7	C^6H^6
0,8235	0,1765	0,020	»	268,65	268,6	»
0,7880	0,2120	0,030	»	267,1	267,1	»
0,7500	0,2500	0,047	»	265,4	265,8	»
0,6711 (1)	0,3289	0,072	»	261,6	262,0	»
0,6604	0,3396	0,180	289,7	268,6	268,8	$(C^2H^4O^2)^2$
0,5630	0,4370	0,120	»	272,4	272,0	»
0,3190	0,6810	0,030	»	280,6	280,1	»
0,2500	0,7500	0,024	»	282,6	282,5	»
$C^2H^4Br^2$.	$(C^2H^4O^2)^2$.					
0,8636	0,1364	0,021	282,7	276,5	276,2	$C^2H^4Br^2$
0,7915	0,2085	0,052	»	274,0	274,4	»
0,7163	0,2837	0,077	»	271,6	271,4	»
0,6670	0,3330	0,100	»	270,0	270,0	»

La précision des mesures thermiques et cryoscopiques ne permettait pas d'espérer une concordance plus complète entre le calcul et l'expérience.

L'équation a donc été vérifiée, aussi bien pour les solutions saturées en benzène que pour les solutions saturées en acide acétique, et cela pour des concentrations variant de $0^{mol},1364$ à $0^{mol},8636$.

Elle permettra de résoudre aussi le problème inverse. Étant connue la température de congélation T_2 de la solution, on pourra calculer la concentration moléculaire x et, par suite, le poids moléculaire de l'un des liquides, si l'on connaît le poids moléculaire de l'autre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Du rôle des électrons interatomiques dans la catalyse.* Note (2) de M. **Pierre Achalme**, présentée par M. Moureu.

L'importance croissante du rôle des actions catalytiques dans la chimie minérale, organique ou surtout biologique, attire de plus en plus l'attention sur le mécanisme de ces phénomènes.

La différence la plus nette qu'on peut relever entre les actions cataly-

(1) Ce mélange a été maintenu en surfusion et l'on a déterminé par tâtonnement le point de cristallisation du benzène par addition d'un cristal de ce corps.

(2) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

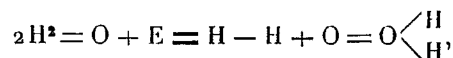
tiques et les actions chimiques ordinaires, consiste en ce que l'un des corps ayant participé à la réaction ou exercé une influence sur elle, se retrouve intact, au moins en apparence, une fois la réaction terminée. C'est le catalyseur, auquel on attribuait avec Berzélius une force spéciale, la force catalytique, et qui, maintenant, est considéré, principalement depuis les travaux d'Ostwald, comme influençant surtout la vitesse de réaction. Mais le mécanisme de cette influence reste aussi mystérieux que par le passé et le problème semble simplement déplacé.

Les réactions intermédiaires ne donnent qu'une explication souvent incomplète et constituent une hypothèse qui ne semble pas susceptible de généralisation.

Tout s'éclaire, au contraire, si l'on admet que les molécules sont formées d'atomes liés entre eux par des électrons négatifs extérieurs à l'atome, que ces électrons interatomiques sont en nombre défini, et qu'on ne peut trouver dans le second membre d'une équation de réaction que le nombre de liaisons interatomiques existant dans le premier, sauf le cas où un agent extérieur au système réagissant intervient pour modifier le nombre. Il suffit donc, pour qu'un corps agisse comme catalyseur, qu'il soit susceptible de fournir des électrons au système ou de lui en enlever, pourvu que ces deux actions opposées soient séparées dans l'espace ou dans le temps.

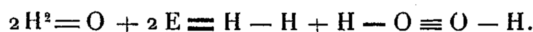
L'étude des rayons cathodiques, de l'effluve, du rayonnement du radium, rend vraisemblable cette explication, qui a aussi l'avantage de se rapprocher des idées théoriques de J.-J. Thomson, Ramsay, Stark. Ces auteurs toutefois attribuent les liaisons à des électrons intra-atomiques.

1° *Cas d'addition d'électrons ou système en réaction.* — Alors que les rayons α de l'émanation radique décomposent l'eau suivant la formule électrolytique $2H^2 = O \equiv 2H - H + O = O$, où le nombre des liaisons ne change pas, la décomposition de l'eau sous l'influence des électrons négatifs — rayons cathodiques (Bose), aigrette négative (Kernbaum), rayons β du radium (Debierne et Kernbaum) — s'effectue, comme l'a montré Kernbaum, suivant un mode anormal ne comportant pas le dégagement de l'oxygène, mais bien la formation d'eau oxygénée. Si l'on admet pour cette dernière la constitution probable $O = O\langle{}^{H}_{H}$ (Ramsay) ou $\begin{matrix} O - H \\ ||| \\ O - H \end{matrix}$ (Bruhl), on voit que le nombre de liaisons est augmenté, probablement par la fixation dans la molécule, de l'électron, cause de la réaction. On a alors pour la formule de Ramsay



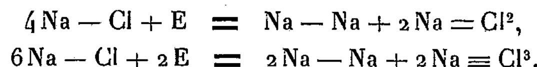
$$2H^2 = O + E \equiv H - H + O = O\langle{}^{H}_{H},$$

ou pour celle de Bruhl



$$2H^2 = O + 2E \equiv H - H + H - O \equiv O - H.$$

Du reste, on ne peut expliquer sans une augmentation du nombre d'électrons entraînant un changement de valence des atomes en présence, certains effets chimiques résultant de l'action des électrons négatifs (rayons cathodiques, rayons β). Citons comme telle la décomposition des chlorures alcalins en métal et en sous-chlorure, étudiée par Elster et Geitel, et qui nécessite une augmentation de valence du métal alcalin. On a ainsi

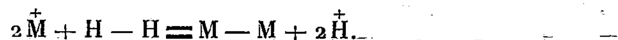


$$4\,\mathrm{Na}-\mathrm{Cl}+\mathrm{E} = \mathrm{Na}-\mathrm{Na}+2\,\mathrm{Na}=\mathrm{Cl}^2,$$
$$6\,\mathrm{Na}-\mathrm{Cl}+2\,\mathrm{E} = 2\,\mathrm{Na}-\mathrm{Na}+2\,\mathrm{Na}\equiv\mathrm{Cl}^3.$$

Il en est de même probablement de la formation d'états allotropiques par une augmentation des électrons interatomiques formant la molécule. On peut prendre comme exemple la transformation allotropique du potassium en un métal très photo-électrique, indiquée récemment par Elster et Geitel, la transformation du phosphore blanc en phosphore rouge, la production d'un état allotropique de l'azote (J. Thomson et Threlfall, Strutt), etc.

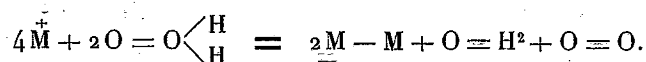
2° *Cas de soustraction d'électrons au système réagissant.* — Cette augmentation du nombre des électrons fait place dans certaines réactions à une soustraction qui peut être définitive ou temporaire. Cette disparition temporaire des électrons a néanmoins pour résultat un remaniement de la distribution des électrons liaisons entre ces atomes et la formation de molécules nouvelles.

On sait que le platine est susceptible de perdre facilement des électrons. Il devient donc positif et cherche à prendre des électrons autour de lui. S'il est plongé dans un gaz, le métal s'efforcera de soustraire aux molécules gazeuses les électrons qui lient leurs atomes et contractera avec les molécules appliquées contre la surface une liaison temporaire correspondant à l'occlusion ou adsorption des gaz. Si ces électrons sont arrachés et retenus par le métal, il en résultera une désagrégation de la molécule gazeuse. Les atomes recouvreront leur liberté mais posséderont une charge électrique positive qui a pu être directement constatée (Reboul); on peut expliquer ainsi l'hydrogénation ou l'oxygénation sous l'influence du platine, du palladium, du nickel, etc. :



$$2\overset{+}{\mathrm{M}}+\mathrm{H}-\mathrm{H}=\mathrm{M}-\mathrm{M}+2\overset{+}{\mathrm{H}}.$$

L'action des métaux ou des corps poreux sur l'eau oxygénée s'explique aussi simplement par une soustraction d'électrons :



$$4\overset{+}{\mathrm{M}}+2\,\mathrm{O}=\mathrm{O}\langle{}^{\mathrm{H}}_{\mathrm{H}} = 2\,\mathrm{M}-\mathrm{M}+\mathrm{O}=\mathrm{H}^2+\mathrm{O}=\mathrm{O}.$$

Cette théorie donne ainsi une explication facile des actions de contact. Les atomes du catalyseur peuvent rester en dehors de la réaction, mais ses électrons y prennent une part active. On sait, en effet, la facilité avec laquelle les corps solides perdent ou échangent des électrons sous l'influence de la lumière, de la chaleur, etc. (effets photoélectriques, thermoélectriques).

3° *Cas de simple échange d'électrons.* — Le plus grand nombre de réactions catalytiques est dû à une simple perturbation dans la répartition des électrons, perturbation causée par l'addition ou la soustraction temporaire d'électrons liaisons au système réagissant.

L'hydrolyse des sucres par les acides ou les diastases est un bon exemple de cette classe de réactions sur laquelle nous nous proposons de revenir plus longuement dans un travail ultérieur.

En résumé, si l'on admet notre hypothèse, les actions catalytiques seraient des réactions dans lesquelles les électrons interatomiques ont subi soit une augmentation, soit une diminution de nombre, soit enfin une simple rupture d'équilibre ayant amené un remaniement de la distribution des atomes dans les molécules. Il y aurait donc lieu de compléter la chimie ionique ordinaire par la chimie électronique qui serait susceptible de donner une interprétation simple et concrète du mécanisme encore inexpliqué des phénomènes catalytiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'un oxybromure d'argent.* Note [1] de M. **A. Seyewetz**, présentée par M. A. Haller.

En faisant réagir à froid une solution aqueuse de quinone en présence de bromure de potassium sur de l'argent à l'état très divisé, j'ai pu obtenir une nouvelle combinaison haloïde argentique dont la composition répond à celle d'un oxybromure [2].

J'obtiens ce nouveau composé en traitant à froid de l'argent très divisé (obtenu, par exemple, par l'action du formol sur le nitrate d'argent ammoniacal) par une solution saturée de benzoquinone (solution à 5 pour 1000) additionnée d'un excès de bromure de potassium (environ 5 fois le poids de quinone). La réaction est assez rapide, l'argent brunit, se divise de plus en plus et l'odeur piquante de la quinone disparaît peu à peu.

Lorsque cette odeur a complètement disparu, on décante la solution brune qui surnage et on la remplace par une nouvelle solution de quinone et de bromure de potassium de même teneur que la première. On décante ce mélange et on le renouvelle tant que l'odeur de quinone disparaît. Quand cette odeur persiste la réaction est terminée.

---

(1) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

(2) J'ai constaté que la quinone est sans action sur le bromure d'argent seul ou additionné de bromure de potassium.

On lave alors par décantation le précipité très fin de couleur brun rougeâtre qui s'est ainsi formé jusqu'à ce que l'eau de lavage soit complètement incolore, puis on essore ce précipité et on le sèche.

Malgré une action prolongée et renouvelée de la quinone ce composé renferme toujours une certaine quantité d'argent non transformé. En outre, il contient une petite quantité d'une substance en aiguilles brunes insolubles dans l'eau qui provient de l'action sur la quinone de l'eau et de l'alcali formés dans la décomposition du bromure de potassium par la quinone.

Purification. — Je purifie cette substance par cristallisation dans une solution bouillante d'ammoniaque à 21° qui dissout seulement l'oxybromure. Par filtration, on sépare l'argent non transformé, mais dans cette première purification, la solution ammoniacale entraîne toujours une petite quantité d'argent à l'état colloïdal qui passe à travers le filtre et rend la solution dichroïque (brunâtre par transparence, verdâtre par réflexion) Par refroidissement de cette solution ammoniacale bouillante ainsi que par évaporation lente, il se dépose des paillettes cristallines très brillantes, incolores, transparentes, douées d'un éclat métallique rappelant celui de l'iode. On purifie plus complètement le produit par une deuxième cristallisation dans l'ammoniaque bouillante. L'ammoniaque est alors colorée en brun clair mais sans dichroïsme. Les lamelles qui se déposent formées à l'abri de la lumière sont incolores et donnent une solution ammoniacale incolore.

Analyse. — L'analyse qualitative de ces cristaux montre qu'ils renferment de l'argent, du brome et de l'oxygène.

L'analyse quantitative conduit aux résultats suivants (¹) :

	Trouvé.			Calculé pour l'oxybromure.	
Argent pour 100...	56,5	56,6	56,7	57,47	56,75
Brome pour 100....	42,07	42,01	42,15	42,52	42,04
Oxygène pour 100..	1,25	1,25	1,2	»	1,2

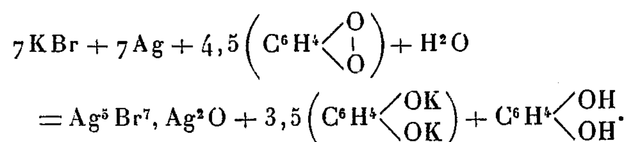
Ces analyses portant sur des produits provenant d'opérations différentes montrent que ce composé est parfaitement défini et peut être considéré comme un oxybromure d'argent répondant à la formule Ag^5Br^7, Ag^2O.

La réaction qui lui donne naissance peut être représentée par l'équation

---

(¹) L'argent a été dosé par réduction en rouge dans un courant d'hydrogène et le brome par précipitation à l'état de bromure d'argent après avoir réduit l'oxybromure par le zinc et l'acide sulfurique. Enfin l'oxygène a été déduit de la perte de poids par calcination au rouge.

suivante :



$$7\,KBr + 7\,Ag + 4,5\left(C^6H^4\langle {O \atop O}\right) + H^2O$$
$$= Ag^5Br^7, Ag^2O + 3,5\left(C^6H^4\langle {OK \atop OK}\right) + C^6H^4\langle {OH \atop OH}.$$

Propriétés. — L'oxybromure brut est une poudre amorphe brun rougeâtre. Cristallisé dans l'ammoniaque il forme des paillettes transparentes incolores à reflets métalliques ressemblant à de l'iode qui se colorent en brun clair à la lumière.

Il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'ammoniaque à froid, plus soluble à l'ébullition (solubilité environ 1 pour 100). Sa solubilité dans l'ammoniaque est moins grande que celle du bromure d'argent. Il est soluble dans l'hyposulfite de soude et insoluble dans l'acide nitrique.

Il se réduit sans fondre à chaud dans un courant d'hydrogène en donnant de l'argent métallique divisé, tandis que si l'on traite le bromure d'argent dans les mêmes conditions, il fond pendant la réduction et l'argent réduit s'agglomère.

Par calcination au rouge, l'oxybromure donne du bromure d'argent. Le chlore le transforme au rouge sombre en chlorure d'argent.

L'iodure de potassium en excès donne naissance à un produit amorphe de couleur plus claire que l'oxybromure dont l'analyse conduit à une composition identique à celle de l'oxybromure, l'iode remplaçant le brome.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'amalgame de cuivre.* Note de MM. **A. Guntz** et **de Greift**, présentée par M. A. Haller.

L'on sait depuis longtemps que le cuivre se combine au mercure, mais l'amalgame obtenu a été fort peu étudié, quoique sa propriété de se ramollir par la chaleur et de durcir ensuite ait été utilisée dans la combinaison connue sous le nom d'*amalgame des postes*.

Nous avons préparé ce composé à froid par électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre avec cathode de mercure. Après élimination de l'excès de mercure par compression dans une peau de chamois, on a étudié systématiquement l'action de la pression.

L'expérience montre qu'en comprimant à froid cet amalgame à des pressions croissantes variant de 5^{kg} par centimètre carré à 6250^{kg}, sa composition varie de 14 pour 100

de cuivre (correspondant à l'amalgame Hg^3Cu^2 souillé par un peu de mercure) à 24,10 pour 100 de Cu, ce qui correspond à la formule du composé $HgCu$.

Si au lieu de partir d'un amalgame préparé par électrolyse, on répète les mêmes compressions sur le produit venant d'être obtenu par ébullition de Cu + Hg, on constate que la teneur en cuivre du composé varie de 45 à 97 pour 100 de cuivre. Ce résultat ne peut provenir que de la différence du mode de préparation de ces deux produits, l'un ayant été préparé à chaud, l'autre à froid. Chauffons l'amalgame HgCu préparé à froid à des températures croissantes; à 135°, il fond nettement: le liquide obtenu refroidi, puis pressé à la main dans la peau de chamois, laisse un amalgame solide à 44 pour 100 de cuivre; comprimé à 6250^kg, il perd au contraire tout son mercure en laissant du cuivre presque pur : 97 pour 100.

Comment pouvons-nous expliquer ces résultats si dissemblables? Nous avons fait l'hypothèse suivante:

Lorsqu'on sature à froid de cuivre le mercure, on obtient un amalgame de formule HgCu qui reste dissous dans l'excès de dissolvant dont on peut se débarrasser par compression.

Si l'on opère à chaud, à 135° au moins, l'amalgame est décomposé en ses éléments Hg + Cu, et le cuivre reste dissous dans le mercure sans s'y combiner sensiblement, ce qui explique que, par compression énergique, il reste du cuivre à peu près pur. Cette dissolution de cuivre dans le mercure se transforme lentement (2 à 3 jours) en une dissolution de la combinaison HgCu, comme on peut le montrer par l'étude de sa compression dans la peau de chamois.

La mesure des densités vient à l'appui de notre hypothèse: nous avons trouvé en effet qu'un amalgame préparé à froid et contenant 14,5 pour 100 de Cu et 85,5 pour 100 de Hg avait pour densité 13,22; la règle des mélanges indiquant une densité de 12,63, nous pouvons en conclure qu'il y a eu combinaison faite avec contraction. Si l'on prend la densité du même alliage chauffé à 135°, puis refroidi, on trouve 12,63, c'est-à-dire le nombre théorique exigé par le simple mélange de Cu + Hg. Nous avons constaté également que cette densité diminue avec le temps, montrant la recombinaison progressive des éléments séparés par la chaleur.

Ces expériences prouvent que lorsqu'on dissout du cuivre dans le mercure, l'état final varie avec le mode de préparation. La dissolution obtenue par chauffage de l'amalgame (cuivre dissous) est instable, et passe en trois jours environ à la modification stable (amalgame dissous).

Pour d'autres métaux au contraire, comme nous le montrerons pour le cadmium, il peut exister en dissolution d'une manière stable, séparément ou simultanément, au moins les deux amalgames $CdHg^3$ et Cd^2Hg^5, fait qui présente une certaine importance à cause de l'emploi de l'amalgame de cadmium dans l'élément Weston.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de préparation des alcools aromatiques.* Note [1] de M. G. VAVON, présentée par M. A. Haller.

Pour transformer les aldéhydes aromatiques en alcools, on s'adresse, en général, soit à la méthode de Cannizzaro, soit à l'hydrogénation par l'amalgame de sodium. Dans le premier procédé, le rendement ne saurait dépasser 50 pour 100 et encore reste-t-il souvent bien inférieur à cette limite. L'emploi de l'amalgame de sodium est long et donne à côté de l'alcool cherché d'abondants produits de condensation. Enfin, la réduction par le nickel divisé ne saurait être employée, car elle dépasse le but et conduit au carbure.

L'hydrogénation à froid en présence de noir de platine comme catalyseur permet de transformer les aldéhydes aromatiques en alcools avec des rendements souvent quantitatifs et, en tout cas, toujours excellents.

Les expériences ont porté sur les aldéhydes benzoïque, anisique, salicylique, méthyl- et benzoylsalicylique, la vanilline et ses dérivés méthyléthyl-acétyl et benzoylvanilline, sur le pipéronal et sur l'aldéhyde cinnamique.

Mode opératoire. — On dissout l'aldéhyde dans 2 ou 3 fois son poids d'un solvant approprié : éther, acétate d'éthyle, alcool méthylique ou éthylique, etc. On ajoute au mélange quelques grammes de noir de platine obtenu par la réduction du chlorure de platine par le formol en milieu alcalin [2]. On agite le tout en présence d'hydrogène maintenu à une pression voisine de 1^{atm}. La réduction a lieu à froid et se fait assez rapidement : en employant une dizaine de grammes de platine, il suffit de quelques heures pour hydrogéner complètement 1 molécule-gramme d'aldéhyde.

Aldéhyde benzoïque C^6H^5CHO. — L'aldéhyde benzoïque a été réduite en présence d'alcool; 106^g d'aldéhyde ont donné à la distillation dans le vide 95^g, passant à 95°-96° sous 12^{mm}. Les constantes physiques de ce corps, $n_D^{17} = 1,5408$ et $d_{17}^{17} = 1,049$, sont celles de l'alcool benzylique.

Aldéhyde salicylique $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CHO\ (1)\\ OH\ (2)\end{matrix}\right.$. — La réduction a été faite dans l'alcool méthylique et l'alcool éthylique. L'opération terminée, il suffit de filtrer, chasser le solvant et laver par un peu de benzine pour obtenir un corps fondant à 86°-87°, point de fusion de la saligénine.

---

[1] Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

[2] *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 255.

Aldéhyde méthylsalicylique $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (2)\\ CHO\ (1)\end{array}\right.$. — Si, dans l'aldéhyde salicylique, on bloque la fonction phénol par le groupement méthyl, l'hydrogénation a encore lieu et le produit obtenu distille complètement entre 125°-127° sous 13mm et à 248°-250° sous la pression normale $n_D^{17} = 1,5492$, $d_{17}^{17} = 1,128$. On a ainsi la méthylsaligénine.

Aldéhyde benzoylsalicylique $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CHO\ (1)\\ OCO-C^6H^5\ (2)\end{array}\right.$. — Cette aldéhyde, obtenue par l'action du chlorure de benzoyle sur l'aldéhyde salicylique en présence de soude, se réduit aisément en solution dans l'acétate d'éthyle. En chassant le solvant, on obtient l'alcool qui, par cristallisation dans un mélange de benzine et de pétrole, se présente sous forme de fines aiguilles soyeuses fondant à 66°.

Aldéhyde anisique $C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (4)\\ CHO\ (1)\end{array}\right.$. — La réduction a été effectuée dans l'éther, l'acétate d'éthyle, l'alcool éthylique et l'alcool méthylique. Dans tous les cas, j'ai obtenu, avec un rendement de 90 pour 100, l'alcool anisique qui distille à 134°-135° sous 12mm et fond à 25°.

Vanilline $C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CHO\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OH\ (4)\end{array}\right.$. — La réduction est beaucoup plus rapide dans l'alcool que dans l'éther. Par évaporation du solvant, on obtient de magnifiques cristaux d'alcool vanillique fondant à 115°.

Méthylvanilline $C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CHO\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OCH^3\ (4)\end{array}\right.$. — L'hydrogénation qui n'a pas lieu dans l'éther est au contraire très rapide dans l'alcool méthylique. Le corps obtenu distille à 172° sous 12mm; $n_D^{17} = 1,5550$; $d_{17}^{17} = 1,179$. L'acétate et le benzoate de cet alcool sont des liquides épais bouillant respectivement à 170° et 232°-234° sous 12mm.

Éthylvanilline $C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CHO\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OC^2H^5\ (4)\end{array}\right.$. — La réduction a été faite dans l'acétate d'éthyle. Le solvant chassé, on a un solide qui, par cristallisation dans l'alcool, donne de longues et fines aiguilles fondant à 56°-57°. L'acétate de cet alcool bout à 170°-172° sous 13mm et fond à 22°-23°; son benzoate fond à 49°.

Acétylvanilline $C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CHO\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OCO-CH^3\ (4)\end{array}\right.$. — Par hydrogénation dans l'éther, l'acétylvanilline se transforme en alcool qui bout à 194°-196° sous 13mm et fond à 51°.

Benzoylvanilline $C^6H^3\left\langle\begin{array}{l}CHO\ (1)\\ OCH^3\ (3)\\ OCO-C^6H^5\ (4)\end{array}\right.$. — La benzoylvanilline, par réduction

dans l'alcool ou l'éther, donne l'alcool correspondant qui se présente en beaux cristaux fondant à 99°.

Pipéronal $C^6H^3\begin{matrix}\diagup CHO \\ \diagdown \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \rangle CH^2\end{matrix}$. — Le pipéronal se réduit aussi aisément que la vanilline et ses dérivés; on obtient ainsi l'alcool pipéronylique fondant à 54°. Son acétate est un liquide épais distillant à 153°-154° sous 14mm, et son benzoate un solide fondant à 66°.

Aldéhyde cinnamique $C^6H^5 - CH = CH - CHO$. — La réduction de l'aldéhyde cinnamique est beaucoup plus lente que celle des corps précédents pour lesquelles la fonction aldéhyde se trouve dans le noyau. La double liaison s'hydrogène de sorte qu'on obtient avec un rendement de 85 pour 100 de l'alcool phénylpropylique. Cet alcool bout à 120°-121° sous 13mm; $n_D^{17} = 1,5283$; $d_{17}^{17} = 1,007$.

En résumé on voit, par les exemples variés qui précèdent, que l'hydrogénation des aldéhydes à l'aide du noir de platine constitue une méthode vraiment générale de préparation des alcools aromatiques. Cette méthode est d'ailleurs d'un emploi commode et rapide, le même noir de platine pouvant servir à un grand nombre d'opérations successives; enfin les corps obtenus sont très purs de premier jet, les rendements excellents. Je poursuis l'étude de cette méthode.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux dérivés α-indéniques.* Note (¹) de MM. **V. Grignard** et **Ch. Courtot**, présentée par M. A. Haller.

En partant du dérivé α-bromomagnésien de l'indène dont nous avons signalé récemment la découverte ainsi que quelques propriétés (²), nous nous sommes proposé de préparer le dérivé α-halogéné dont la constitution permet de prévoir d'intéressantes aptitudes réactionnelles. C'est cette recherche qui nous a conduit aux nouveaux corps qui font l'objet de cette Note.

La méthode de Bodroux (³), c'est-à-dire l'action d'un halogène sur le magnésien, n'a pas permis d'arriver au but, car on se heurte ici à des difficultés particulières.

L'action du chlore, que n'a pas examinée l'auteur, est complexe lorsqu'il s'agit d'un bromomagnésien, car le chlore, même dans ce milieu anhydre,

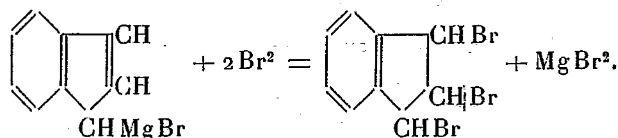
(¹) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

(²) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 272.

(³) *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 1347.

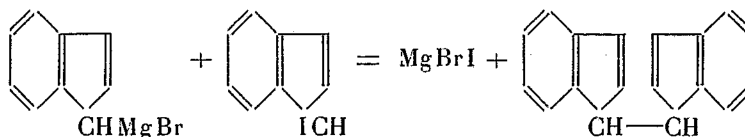
déplace le brome et conduit à un mélange de produits chlorés et bromés auxquels nous ne nous arrêterons pas pour l'instant.

Tribromindane. — Le brome, introduit goutte à goutte dans une solution de notre magnésien, réagit d'abord sur la double liaison indénique, de sorte qu'il n'est guère possible d'isoler, à l'état pur, que le produit de réaction totale, le *tribromindane* $\alpha\beta\gamma$:



Celui-ci se présente, après cristallisation dans l'alcool bouillant, sous forme de petits bâtonnets incolores fusibles à 133°-134°. Mais il reste une portion huileuse assez importante dont la portion inférieure (127°-134° sous 13^{mm}) paraît contenir un peu d'α-bromindène, tandis que la portion supérieure contient, sans doute, le tribromindane précédent mélangé à un stéréoisomère.

Diindényle. — L'iode en solution toluénique réagit facilement sur le magnésien, mais quel que soit le mode opératoire, on obtient uniquement (82 pour 100) un hydrocarbure qui doit être l'*$\alpha\alpha$-diindényle*, dont la formation s'explique aisément par la grande aptitude réactionnelle de l'α-iodindène cherché. Celui-ci, aussitôt que formé, réagit immédiatement sur le magnésien encore libre, comme l'indique l'équation suivante :



Les propriétés de l'α-bromindène dont nous parlerons tout à l'heure confirment d'ailleurs cette manière de voir.

L'$\alpha\alpha$-diindényle constitue des cristaux incolores, facilement solubles dans l'éther, peu solubles dans la ligroïne légère et fusibles à 99°-100°. Soumis à l'action du brome, en solution chloroformique, à 0°, il donne deux tétrabromures : l'un insoluble dans le chloroforme, fond en se décomposant à 222°-224° sur le bloc Maquenne; l'autre, soluble dans le même solvant, cristallise dans l'alcool additionné d'un peu de benzine, en petits prismes fusibles à 138°-139°.

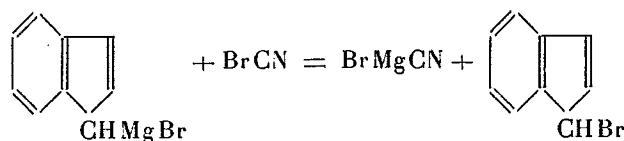
Les essais précédents ne conduisant pas au but, nous avons songé à utiliser la réaction des halogénures de cyanogène sur les magnésiens, découverte récemment par l'un de nous [1]. On sait que l'iodure et le bromure de

---

[1] *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 388.

cyanogène donnent à peu près exclusivement le dérivé halogéné correspondant; mais, comme le premier réactif paraissait devoir nous conduire encore, au moins partiellement, ainsi que l'iode, au diindényle, nous nous sommes bornés, pour l'instant, à l'étude du second.

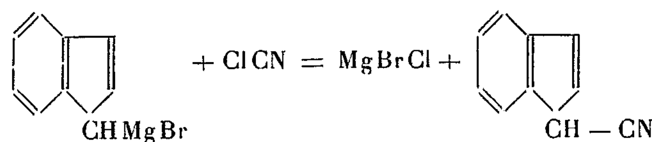
α-Bromindène. — En faisant tomber l'α-bromindène-magnésium dans une solution éthérée de bromure de cyanogène, à 0°, nous avons obtenu, après traitement, un liquide jaunâtre, bouillant nettement à 126° sous 22^{mm} et auquel il convient d'assigner la constitution de l'α-bromindène



Il fixe, en effet, avec facilité, deux atomes de brome pour donner le tribromindane décrit plus haut.

Cet intéressant bromure doit présenter des aptitudes réactionnelles analogues à celles du bromure d'allyle, mais, sans doute, avec plus d'intensité. Nous avons reconnu, en effet, qu'il réagit sur les cétones en présence du zinc et directement, à froid, sur certains magnésiens. Nous nous réservons, d'ailleurs, d'en poursuivre l'étude.

Nitrile α-indénique. — Quant au chlorure de cyanogène, il réagit en sens inverse du bromure, comme dans les cas déjà étudiés et donne le *nitrile α-indénique*



Ce nitrile est un liquide bouillant à 140°-142°, sous 14^{mm}. Nous n'avons pu le saponifier sans résinification qu'en le transformant, suivant la méthode de Pinner, en chlorhydrate d'éther imidé, puis en indène α-carbonate d'éthyle, bouillant à 140° sous 8^{mm} [1], dont la saponification nous a donné l'acide α-indène carbonique, fusible à 160°, identique à celui dont nous avons réalisé la première synthèse.

Bien entendu, les formules que nous avons adoptées dans ce Mémoire et

[1] Weissgerber indique 164°, sous 24^{mm}, pour cet éther préparé par éthérification directe de l'acide (*Berichte der d. ch. Ges.*, 1911, p. 1442).

dans le précédent pour représenter nos composés α-indéniques ne préjugent rien sur la tautomérie possible de ces corps, suivant la théorie de Thiele que nous utiliserons, s'il est nécessaire, pour expliquer les faits que nous pourrons avoir l'occasion d'observer au cours de ces recherches.

Signalons, en terminant, que le dérivé sodé de l'indène donne, comme on devait s'y attendre, des réactions analogues, aux précédentes, mais les rendements sont très notablement inférieurs.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction des amides et des éthers-sels de la série grasse par les métaux-ammoniums.* Note de M. E. **Chablay**, présentée par M. A. Haller.

En étudiant l'action des métaux-ammoniums sur les éthers-sels, on pouvait s'attendre à obtenir l'une des réactions suivantes :

1° La condensation classique fournissant les éthers-sels des acides β-cétoniques, dont la réaction type bien connue est celle qui donne naissance à l'éther acétylacétique, le métal alcalin de l'ammonium entrant seul en réaction;

2° La formation des composés du type R—CO—CH.OH—R, que MM. Bouveault et Locquin [1] ont appelé des *acyloïnes*. Ces corps résultent, comme on le sait, de l'action du sodium à froid, sur un éther-sel, en présence d'un dissolvant : éther ou benzène anhydres. On pouvait, en effet, supposer que AzH^3 liquide, qui est un excellent dissolvant pour certains éthers-sels, jouerait le même rôle que le benzène ou l'oxyde d'éthyle, et qu'ensuite la molécule de sodammonium, facilement dissociable, agirait par son sodium;

3° La formation de carbures d'hydrogène et des amines primaires correspondantes



$$2R.COOR' + 2AzH^3.Na = R'.H + R'.AzH^2 + 2R.COONa + AzH^3$$

en admettant que les éthers-sels des acides organiques se comporteraient comme les éthers chlorhydriques, bromhydriques et iodhydriques.

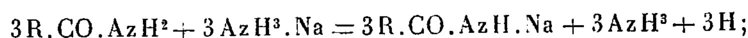
En fait, sauf pour les éthers acétiques qui rentrent dans le premier cas envisagé, aucune de ces réactions ne se produit. Dans l'action du sodammonium ou du potassammonium sur un éther-sel, on obtient l'amide et l'alcool correspondants à l'acide employé. La molécule de sodammonium n'agit ni comme le sodium seul, ni comme l'ammoniaque seul, mais bien en vertu de propriétés spéciales particulières à sa molécule, comme je le

(1) Bouveault et Locquin, *Bull. Soc. chim.*, 1906.

montrerai plus loin. Les amides pouvant dans certains cas réagir sur les métaux-ammoniums, je commencerai tout d'abord par l'étude de ces réactions.

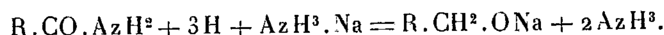
Amides. — Les premiers termes : acétamide, propionamide, butyramide, isovaléramide, très solubles dans AzH^3 liquide, décolorent immédiatement à — 50° la solution de sodammonium. En même temps un précipité blanc prend naissance et la réaction s'effectue sans dégagement gazeux. Le produit blanc traité par l'eau régénère l'amide et l'alcool correspondant à cet amide : il est constitué par un mélange d'amide monosodé et d'alcool sodé. Cette réaction s'explique par le mécanisme suivant :

1° Formation d'amide sodé avec mise en liberté d'hydrogène



$$3R.CO.AzH^2 + 3AzH^3.Na = 3R.CO.AzH.Na + 3AzH^3 + 3H;$$

2° Réduction par cet hydrogène d'une nouvelle molécule d'amide à l'état d'alcool que $AzH^3.Na$ transforme en dérivé sodé



$$R.CO.AzH^2 + 3H + AzH^3.Na = R.CH^2.ONa + 2AzH^3.$$

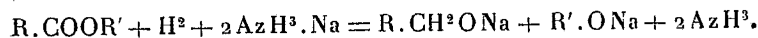
La butyramide et l'isovaléramide, choisies à dessein parce que les alcools correspondants sont peu solubles dans l'eau, fournissent ainsi le butanol et l'alcool amylique inactif. La capronamide, la caprylamide et les homologues supérieurs peu solubles dans l'ammoniac ne réagissent que très lentement.

Éthers-sels. — La décoloration de $AzH^3.Na$ par un éther-sel se fait aussi très rapidement à — 50°, sans dégagement gazeux, avec formation d'amide sodé et d'alcool sodé, ou simplement d'amide et d'alcool sodé qu'il suffit de traiter par l'eau pour régénérer l'alcool. Au contact de $AzH^3.Na$ l'éther-sel a d'abord fourni la réaction suivante :



$$R.COOR' + 2AzH^3.Na = R.COAzH.Na + R'.ONa + AzH^3 + H^2,$$

puis l'hydrogène ainsi formé réagit sur une nouvelle molécule d'éther-sel pour la ramener à l'état d'alcool,



$$R.COOR' + H^2 + 2AzH^3.Na = R.CH^2ONa + R'.ONa + 2AzH^3.$$

Le butyrate de méthyle, l'isovalérianate de méthyle, le caproate et le caprylate d'éthyle fournissent ainsi la butyramide, l'isovaléramide, la capronamide, la caprylamide en même temps que les alcools butylique, amylique, hexylique et octylique.

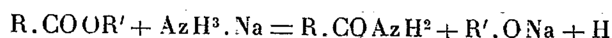
Cette formation d'amide produite par l'action de $AzH^3.Na$, dissous dans un grand excès de AzH^3 liquide, sur un éther-sel peut paraître au premier abord toute naturelle à cause de la réaction bien connue



$$R.COOR' + AzH^3 = R.COAzH^2 + R'.OH.$$

Néanmoins dans les conditions de mes expériences (— 50°) cette réaction est incapable de se produire; je l'ai vérifié en dissolvant du butyrate de méthyle, de l'isovalérianate de méthyle et du caproate d'éthyle dans un grand excès de AzH^3 liquide et laissant en contact une journée, c'est-à-dire un temps beaucoup plus long que ne dure une expérience avec $AzH^3.Na$. Dans ces trois cas il ne s'est formé ni butyramide, ni isovaléramide, ni capronamide.

Il est donc bien évident que c'est la molécule de sodammonium $AzH^3.Na$ qui donne lieu à la formation d'amide



$$R.COOR' + AzH^3.Na = R.COAzH^2 + R'.ONa + H$$

probablement à cause de la grande chaleur de formation de l'alcoolate alcalin $R'.ONa$ qui rend la réaction très exothermique.

Les éthers acétiques sont également réduits comme leurs homologues supérieurs, mais dans des proportions beaucoup plus faibles, la réaction dominante étant celle qui fournit des éthers acétylacétiques.

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence comparée de l'eau et de la vinasse sur la composition des pulpes de sucrerie et de distillerie.* Note de M. **Louis Ammann**, présentée par M. A. Müntz.

De toutes les matières qui entrent dans l'alimentation du bétail, l'une des plus employées par le cultivateur est certainement la pulpe de betteraves.

Cette pulpe provient de deux sources; elle représente le résidu rendu à l'agriculture par deux industries différentes : la Sucrerie et la Distillerie.

La Sucrerie est une industrie véritable, travaillant dans de grandes usines, bien montées, bien approvisionnées en eau; la Sucrerie cherche à pousser son travail le plus rapidement possible, et la pulpe qui reste, une fois le sucre extrait, n'a pas de valeur pour le fabricant de sucre lui-même, puisque celui-ci rend à l'agriculteur la pulpe épuisée.

La Distillerie de betteraves est, au contraire, le type de l'industrie agricole; elle

peut se réduire aux proportions les plus modestes, pour permettre à l'agriculteur de travailler dans sa ferme les produits de sa propre récolte; le matériel sera donc aussi réduit et aussi simple que possible, même si la rapidité du travail doit en souffrir un peu; un puits fournira l'eau nécessaire; enfin, la pulpe est aux yeux de bien des distillateurs agricoles le produit principal de leur fabrication, et ils ne font, pour ainsi dire, de l'alcool que pour avoir de la pulpe.

Ces considérations expliquent les différences fondamentales que l'on remarque dès que l'on compare ces deux industries :

La Sucrerie travaillera toujours au moyen de la batterie de diffusion et épuisera les cossettes au moyen d'eau pure; la distillerie agricole se servira d'une batterie de macérateurs et, pour économiser l'eau, épuisera les cossettes au moyen de vinasse, c'est-à-dire au moyen du liquide chaud qui sort de la colonne à distiller.

Nous venons de considérer la grande industrie d'une part, et d'autre part la distillerie agricole la plus modeste; mais, entre ces deux extrêmes, se placent des usines moyennes, distilleries industrielles, ou travaillant les betteraves produites par plusieurs domaines; ces usines auront une batterie de diffusion, mais, mal approvisionnées d'eau, elles feront circuler dans leurs diffuseurs soit de la vinasse pure, soit de la vinasse plus ou moins mélangée d'eau.

Ces points établis, il est logique de se demander quelle influence peut avoir la nature du liquide extracteur sur la composition de la pulpe résiduaire, et par conséquent sur sa valeur alimentaire; y a-t-il lieu d'établir une différence entre la pulpe de sucrerie et la pulpe de distillerie ?

En Sucrerie, on emploie sans cesse une eau toujours renouvelée; les cossettes diffusées continuellement en présence d'eau pure vont toujours céder à cette eau les mêmes quantités de matières azotées et de matières minérales. En Distillerie, les cossettes, épuisées toujours par le même liquide, se trouveront, au bout d'un certain temps de travail, en présence d'un dissolvant saturé de matières azotées et de matières minérales, et le sucre seul pourra diffuser hors des cellules.

La pulpe de distillerie doit donc être *a priori* plus riche que la pulpe de sucrerie, et c'est là une heureuse conséquence de la méthode préconisée par Champonnois.

Pour vérifier cette hypothèse, à propos de laquelle aucun travail méthodique n'a encore été fait, nous avons analysé comparativement les pulpes de trois sucreries et de six distilleries travaillant les trois premières par diffusion, et les trois autres par macération.

Nous donnons, dans le Tableau ci-après, les résultats de nos analyses, rapportés à 100 parties de matière sèche :

	Sucrerie.			Distillerie. Diffusion.			Distillerie. Macération.		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Matières azotées totales..	7,68	8,00	9,06	9,37	10,00	12,37	13,25	11,18	12,12
Matières albuminoïdes...	7,43	7,87	8,75	8,75	9,18	8,31	9,62	8,31	8,75
Matières minérales.......	14,43	4,58	4,31	6,84	8,72	12,55	20,20	16,14	16,39
Acide phosphorique......	0,20	0,23	0,21	0,30	0,53	0,77	1,04	0,77	0,90
Matières grasses.........	0,16	0,12	0,18	0,18	0,42	0,64	0,70	1,04	0,96
Extrait alcoolique.......	0,56	1,68	1,40	0,73	2,92	15,10	11,32	12,38	15,26
Cellulose saccharifiable...	26,80	34,24	33,10	31,24	28,54	21,74	18,10	20,20	17,20
Cellulose brute..........	16,84	18,06	17,52	16,84	17,96	12,40	13,54	13,62	13,24

L'examen de ces chiffres montre nettement l'influence du liquide d'extraction sur la composition de la pulpe correspondante; la pulpe de macération est plus riche que la pulpe de sucrerie; les pulpes de distillerie par diffusion font en quelque sorte le passage entre les deux premières : le pulpe n° 4, obtenue avec de l'eau presque pure, est très voisine des pulpes de sucrerie; la pulpe n° 6, travaillée à la vinasse, est très analogue aux pulpes de macération.

Les chiffres des matières minérales ne nous apprennent rien; car, selon que les betteraves ont été plus ou moins bien lavées, il reste dans la pulpe une proportion de terre plus ou moins considérable; mais le chiffre indiquant les doses d'acide phosphorique est au contraire très instructif.

L'extrait alcoolique est beaucoup plus élevé pour les pulpes de distillerie, en général, à cause d'une circonstance particulière au travail de la distillerie : on ajoute de l'acide sulfurique sur les cossettes, pour protéger ultérieurement la levure contre l'envahissement des ferments étrangers, et l'acide sulfurique, pendant tout le temps que dure l'extraction du sucre, peut attaquer la cellulose et en solubiliser une partie : c'est cette partie qui vient augmenter le poids de l'extrait alcoolique; la même remarque explique aussi pourquoi, à l'encontre de ce qui se produisait tout à l'heure, les pulpes de sucrerie, non acidifiées, sont plus riches que les pulpes de macération en cellulose saccharifiable. Mais les pulpes de macération, étant plus riches en parties solubles, sont de ce fait plus facilement assimilables par les animaux.

En résumé, on voit que si les distilleries agricoles, travaillant à la vinasse, font un travail moins industriel que celui des sucreries, elles produisent comme résidu un aliment d'une qualité supérieure et d'une digestion plus facile; on voit de plus que la composition de la pulpe est due, non pas à l'appareil dans lequel on a travaillé les betteraves, mais bien à la nature du

liquide qui a servi à extraire le sucre, et qu'il faudrait dire non pas pulpe de sucrerie et pulpe de distillerie mais bien pulpe à l'eau et pulpe à la vinasse.

CHIMIE AGRICOLE. — *Action du soufre en fleur sur la végétation.* Note de M. E. **Boullanger**, présentée par M. A. Müntz.

Au cours de nos recherches sur les engrais catalytiques, effectuées en pots par les méthodes de Wagner, nous avons pu constater que le soufre en fleur, ajouté à très faible dose à la terre de diverses cultures en pots, exerce une action très favorable sur la végétation et augmente notablement les rendements de ces cultures.

1° *Expérience.* — Les pots témoins ont été divisés en deux séries pour certaines cultures : l'une n'a reçu aucun engrais, l'autre a reçu un engrais complet composé, pour 30^{kg} de terre, de 1^{g} d'azote sous la forme de sulfate d'ammoniaque, de 1^{g} d'acide phosphorique sous la forme de superphosphate de chaux, et de 1^{g} de potasse sous la forme de chlorure de potassium.

Les pots qui ont reçu du soufre en fleur ont été également divisés, pour certaines cultures, en deux séries : l'une sans engrais, l'autre avec l'engrais complet ci-dessus. La dose de soufre a été de 7^{dg} pour 30^{kg} de terre; elle a été simplement incorporée à la terre de chaque pot au moment de sa préparation.

Les cultures expérimentales ont porté sur la carotte, le haricot, le céleri, la laitue, l'oseille, la chicorée, la pomme de terre, l'oignon et l'épinard.

Les résultats obtenus, évalués en grammes par pot, ont été les suivants :

	Carottes.	Haricots (grains).	Céleris.	Laitues.	Oseilles.	Chicorées.	Pommes de terre.	Oignons.	Épinards.
Témoin sans engrais...	560,0	17,9	360,0	133,0	137,0	218,0	207,0	84,0	79,0
Soufre sans engrais...	646,0	19,5	635,0	246,0	222,0	266,0	249,0	95,0	96,0
Témoin avec engrais...	615,0	19,7	398,0	»	»	»	»	»	»
Soufre avec engrais...	745,0	25,2	676,0	»	»	»	»	»	»

L'influence favorable du soufre se montre partout et elle est parfois très considérable.

2° *Expérience.* — Deux pots reçoivent, l'un 7^{kg} de terre, l'autre la même quantité, additionnée de $0^{g},16$ de soufre en fleur. Deux autres pots sont stérilisés au flambeur, ainsi que deux lots de 7^{kg} de terre : un de ces lots reçoit, après stérilisation, $0^{g},16$ de

soufre; le mélange du soufre et de la terre est fait dans une cuvette stérile et la terre est ensuite placée dans un pot stérilisé; l'autre lot de terre est introduit directement, sans soufre, dans le second pot stérilisé; la terre est ramenée, dans les deux pots, à son humidité normale avec de l'eau stérile. On ensemence les quatre pots avec des graines de cressonnette stérilisées. Les deux cultures en milieu stérilisé sont placées sous de grandes cloches de verre également stériles; elles sont aérées dans le cours de l'expérience avec de l'air filtré sur coton et arrosées avec de l'eau stérilisée. Les deux autres pots, en milieu non stérilisé, restent à l'air libre.

Les résultats ont été les suivants :

Pot témoin, milieu non stérilisé	15^{g},5
Pot avec soufre, milieu non stérilisé	25,4
Pot témoin, milieu stérilisé	14,8
Pot avec soufre, milieu stérilisé	15,6

On voit que l'action du soufre est considérable en terre ordinaire non stérilisée, et qu'elle est très faible en terre stérile. Il est donc probable que le soufre n'agit qu'indirectement en modifiant la flore bactérienne du sol et en entravant le développement de certains organismes. Nous procédons actuellement à de nouvelles expériences pour élucider le mécanisme de cette action du soufre.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Activité diastasique des divers organes d'*Ecballium elaterium *A. Rich. Rôle physiologique de la pulpe entourant les graines.* Note de M. **A. Berg**, présentée par M. Guignard.

Les ferments présidant à l'hydrolyse des glucosides, des hydrates de carbone et des matières protéiques d'*Ecballium elaterium* A. Rich. ont été de ma part l'objet de recherches dont voici un résumé :

1° Il existe dans les divers organes du Concombre d'âne trois diastases hydrolysantes : l'une, l'*élatérase* transformant un glucoside, l'élatéride [1], en glucose et élatérine insoluble; la seconde, l'*amylase*, transformant l'amidon en maltose, sans formation de glucose (absence de maltase); enfin, un *ferment protéolytique*, peptonisant les albuminoïdes et caséifiant le lait.

2° L'élatérase est peu résistante à la chaleur : elle est, en effet, détruite par un séjour d'une demi-heure à 60°. L'amylase et la protéase résistent beaucoup plus, et il faut élever la température jusqu'à 75° pour les détruire.

3° L'élatérase et l'amylase ne sont pas entraînées par le précipité d'élatérine qui prend naissance dans le suc des diverses parties de la plante et, par suite, résistent à

(1) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XVII, p. 85.

la centrifugation. La protéase est entraînée par ce précipité, et le liquide centrifugé est presque inactif sur le lait.

4° L'amylase se rapproche beaucoup plus des ferments amylolytiques des latex de *Broussonetia papyrifera* L. et de *Ficus Carica* L., étudiés par M. Gerber (1) et de celle du malt que des amylases animales et, plus particulièrement, de la diastase salivaire. En effet, après 3 jours de dialyse aseptique à basse température sur parois de collodion contre de l'eau distillée ordinaire, le suc de pulpe n'a perdu que la moitié de son pouvoir amylolytique et est resté plus actif sur les solutions d'amidon diminéralisé Fernbach-Wolff que sur l'empois d'amidon de riz. Dans ces conditions, on sait que la diastase salivaire reste active sur l'amidon ordinaire et devient inactive sur celui de Fernbach-Wolff.

La protéase, considérée sous son facies présurant, appartient au groupe des présures du lait bouilli, coagulant beaucoup mieux ce liquide que le lait cru, et dont le type, on le sait, est le ferment protéolytique du latex du Figuier (2).

5° Ce sont les parties les plus vertes de la plante (péricarpe, limbe et pétiole) qui contiennent le plus d'amylase et la partie complètement incolore (racine) qui en renferme le moins. Des trois parties vertes, c'est le péricarpe qui possède le plus d'amylase tant que le fruit jeune ne contient que des graines blanches n'ayant pas atteint la maturité. Au contraire, c'est le limbe des feuilles qui est le plus actif chez les plantes possédant des fruits à graines noires et mûres. Cette différence s'explique par les phénomènes de translocation intense dont le péricarpe n'est le siège que pendant le développement des graines.

Contrairement à la répartition de l'amylase, ce sont la pulpe et le péricarpe qui contiennent presque toute l'élatérase et le limbe qui en contient le moins. Il semble donc bien que les sucres nécessaires au développement de la graine soient surtout fournis par la réaction élatéridolytique, tandis que pour les autres parties de la plante ils le sont par la réaction amylolytique.

Comme pour l'élatérase, ce sont la pulpe et le péricarpe qui sont les plus riches en ferment protéolytique. Mais le limbe vient immédiatement après, distançant de beaucoup le pétiole, la tige et la racine. Sa répartition est donc intermédiaire entre celles de l'élatérase et de l'amylase et cela se comprend, ce ferment ayant à présider non seulement à la nutrition azotée des graines, mais encore à la translocation, vers les diverses parties du végétal, des matières protéiques formées dans les feuilles.

Les divers faits que nous venons d'énumérer au sujet de la localisation des ferments hydrolysants *d'Ecballium elaterium* résultent de l'examen du Tableau ci-après :

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie* et *Bull. Soc. bot. de France* (session extraordinaire de Vendée, 1911).

(2) C. Gerber, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXII, p. 1225.

Nature du ferment.		Parties de la plante d'où proviennent les sucs.				
	Pulpe.	Péricarpe.	Limbe.	Pétiole.	Tige.	Racine.
Présure (graines mûres)......	100	50	46	13	12	12
Élatérase (graines non mûres).	100	88	6	8	11	4,5
Amylase (graines non mûres).	100	227	171	135	87	45
Amylase (graines mûres)....	100	226	326	174	158	79

La prédominance des ferments protéolytique et élatéridolytique, la moindre proportion d'amylase dans la pulpe entourant les graines, la présence dans cette dernière de substances albuminoïdes et d'élatéride, permettent de considérer cette pulpe comme constituant un milieu nutritif où la graine puise en partie ses divers aliments et d'attribuer à l'élatérase un rôle très important dans la production des sucres assimilés par les graines.

L'existence de glucosides voisins de l'élatéride et de la même élatérase dans d'autres Cucurbitacées nous autorise à étendre à ces dernières les conclusions qui viennent d'être formulées.

PHYSIOLOGIE. — *Action des gaz putrides sur le ferment lactique.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. E. Roux.

Les précédentes observations (¹) concernant l'influence exercée sur les microbes placés dans le voisinage des émanations putrides n'avaient pas encore comporté l'étude d'un ferment approprié dont on aurait pu évaluer l'activité par un moyen plus précis que celui qui est fourni par la numération des colonies et l'examen des cultures.

A ce point de vue, le ferment lactique était tout désigné pour cette expérience : les variations de son activité, lorsqu'il est ensemencé dans des liqueurs lactosées, peuvent être traduites par des courbes d'acidité comparables entre elles et permettant de suivre les phases des opérations. Une autre raison militait encore en faveur du choix du ferment lactique : c'est que les résultats de cette étude pouvaient servir à expliquer quelques phénomènes connus provenant de l'excitation du ferment lactique sous certaines influences atmosphériques.

Pour le présent travail, je me suis adressé à diverses variétés de ferments lactiques, provenant de la collection de M. Mazé à l'Institut Pasteur. 1 à 2 décigr. de culture étaient délayés dans 25^{cm^3} d'eau distillée ; on laissait déposer et, au moyen d'une

(¹) *Comptes rendus*, 15 janvier 1912.

pipette effilée, on répartissait une goutte de cette émulsion très étendue sur des bandes de papier de 1^{cm} de largeur sur 4^{cm} de longueur. Celles-ci, au nombre de 6 par récipient, étaient suspendues à des supports en verre fixés au sommet d'un récipient stérilisé. Les gaz provenaient de la décomposition de 10^{cm^3} de bouillon renfermés dans un petit flacon à large goulot, placé sur le plateau de la cloche. On s'assurait de l'identité des conditions de température et d'humidification au moyen du thermomètre et d'un hygromètre à cheveux très sensible. Après une période d'exposition de quelques heures, les bandes de papier, témoins et essais, étaient ensemencées dans les tubes contenant 20^{cm^3} de lait écrémé, stérilisé et étendu au $\frac{1}{3}$. Après une période d'incubation de 5 à 6 heures, l'acidité du lait de tous les tubes (6 essais et 6 témoins par expérience) était dosée après des espaces de temps variables au moyen de la soude normale-décime avec la phtaléine comme indicateur. Le Tableau suivant donne, en milligrammes d'acide lactique rapportés à 1 litre de lait complet, les différences obtenues avec les mêmes ferments exposés dans les mêmes conditions à l'air normal :

Tableau exprimant, en acide lactique, la comparaison de l'activité des ferments lactiques exposés dans les mêmes conditions de durée, de température et d'humidité, à l'air normal et aux atmosphères d'essais.

I.			II. Essais sur la terre.		
Numéros d'ordre.	Témoins.	Essais.	Numéros d'ordre.	Air saturé d'humidité.	Air saturé d'humidité + émanations de la terre.
	mg	mg		mg	mg
1.........	230	450	1.......	280	580
2.........	118	500	2.......	315	450
3.........	410	620 (coag.)	3.......	140	510
4.........	210	510			
5.........	116	580 (coag.)			
6.........	140	600 (coag.)			
7.........	350	480			
8.........	250	370			
9.........	340	590 (coag.)			

On voit, par l'inspection de ce Tableau, que les ferments lactiques exposés aux atmosphères d'essai ont poussé beaucoup plus vite que les témoins exposés à l'air normal et que ces atmosphères constituent pour eux une ambiance plus favorable. On peut remarquer aussi que l'avance pour les essais a été parfois assez considérable pour constater la coagulation; bien plus, dans quelques cas (I, expériences 2 et 5), les ferments témoins sont morts au cours de l'exposition dans l'atmosphère normale. Cette circonstance se produit, comme je l'ai déjà fait remarquer, surtout quand les ferments sont très dilués et déjà atténués. Enfin on a fait des essais (II) en

remplaçant les bouillons putrides par des terres végétales contenant des substances en voie de décomposition dans lesquelles intervient toujours, comme on le sait, le *Proteus vulgaris :* des résultats analogues ont été obtenus.

L'ambiance des atmosphères d'essais a donc été favorable aux ferments lactiques, puisqu'elle a permis aux uns de vivre et aux autres de cultiver plus vite.

Le Tableau suivant indique, à titre d'exemple, la marche en fonction du temps d'un essai séparé ; il montre que l'activation du ferment lactique des essais diminue avec le temps et tend à se confondre avec celle des témoins :

Temps.	Témoins.	Essais.	Temps (*suite*).	Témoins.	Essais.
1^h	115^{mg}	115^{mg}	8^h	350^{mg}	610^{mg} (coag.)
2	120	240	10	450	620 »
4	150	380	24	580	650 »
6	280	510	48	620 (coag.)	680 »

La plupart des atmosphères d'essais étaient neutres aux indicateurs les plus sensibles et ne contenaient pas de traces appréciables d'ammoniaque.

On a été conduit à étudier séparément, sur le ferment lactique, l'action de l'ammoniaque et celle de l'acide carbonique pour se rendre compte de leur influence. L'air mélangé avec de l'acide carbonique à des doses très variées n'a jamais, dans ces essais, influencé la vitalité du ferment lactique. L'ammoniaque avec dose de $\frac{1}{1000000000}$ dans l'air a une action légèrement conservatrice, mais incomparablement plus faible que dans les essais cités ci-dessus. Par contre, dès que la proportion d'ammoniaque devient appréciable à l'indicateur, elle se révèle comme antiseptique. C'est la confirmation des mêmes essais faits sur les germes pathogènes.

Ce n'est donc pas à l'ammoniaque, ni à l'acide carbonique, qu'il faut attribuer l'influence favorable, mais à la réunion des autres substances gazeuses qui se produisent au cours des décompositions organiques et qui offrent au ferment lactique un aliment, aliment de souffrance peut-être, mais que l'air ne contient pas.

Enfin, comme dans le cas des germes pathogènes déjà cité, l'exposition du ferment lactique à des gaz âgés, ou une longue exposition aux atmosphères précédentes donne des résultats antiseptiques.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Localisation des excitations de fermeture dans la méthode unipolaire*. Note ([1]) de MM. **H. Cardot** et **H. Laugier**, présentée par M. A. Dastre.

Pour exciter une préparation neuromusculaire, par la méthode unipolaire, on peut placer une électrode sur le nerf (*électrode nerveuse*) et une électrode en relation avec la masse des tissus (*électrode diffuse*). Ces deux électrodes présentant une grande différence de densité, il est classique de considérer l'électrode nerveuse comme active, au point de vue de l'excitation, et l'électrode diffuse comme indifférente; on distingue alors, suivant que l'électrode nerveuse est *négative* ou *positive*, une *fermeture cathodique* et une *fermeture anodique*.

Les deux excitations de fermeture, que l'on constate ainsi, naissent-elles à l'électrode nerveuse? Existe-t-il bien une fermeture anodique et une fermeture cathodique? S'il en est ainsi, une modification dans l'excitabilité du tissu, localisée au point où se trouve l'électrode nerveuse, doit entraîner une modification des caractéristiques de cette excitabilité, que ces caractéristiques soient déterminées avec l'anode ou la cathode comme électrode nerveuse. La question ainsi posée peut être soumise à l'expérience.

Pour caractériser l'état du point excité, nous avons utilisé la vitesse d'excitabilité, mesurée par son inverse, la *chronaxie* ([2]). Pour modifier l'excitabilité du tissu, nous avons utilisé la chaleur : M. et L. Lapicque, K. Lucas, G. Filon ([3]) ont montré que les variations de température produisent des modifications réversibles de la vitesse d'excitabilité.

Dispositif expérimental. — Excitation par décharges de condensateurs. Électrodes impolarisables. Résistance du circuit de décharge $10^4\ \omega$, dont 3.10^3 shuntent le tissu. Gastrocnémien de grenouille, excité par le sciatique isolé des centres. Le nerf repose sur une des électrodes par une surface très petite; à l'endroit où il touche l'électrode, passe, perpendiculairement à lui, un fin tube de verre, traversé par un courant d'eau à température variable. Le muscle repose dans une cuve de paraffine où

([1]) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

([2]) L. Lapicque, *Soc. Biologie*, 24 juillet 1909. — M. et L. Lapicque, *Soc. Biologie*, 7 mai 1910.

([3]) M et L. Lapicque, *Soc. Biologie*, 12 janvier 1907. — K. Lucas, *J. of Physiology*, t. XXXVI, 1907, p. 334. — G. Filon, *J. de Phys. et Path. gén.*, janvier 1911.

circule une solution physiologique à température variable. La deuxième électrode (diffuse) plonge dans la solution.

EXPÉRIENCE DU 7 DÉCEMBRE 1911 : *Rana esculenta.* — 1° On chauffe le nerf à l'électrode nerveuse, la température du muscle restant à 10° :

T. à l'électrode nerveuse.	Électrode nerveuse +.		Électrode nerveuse — (1).		
	Rhéobase (en volts).	Chronaxie (farads 10^{-8}).	Rhéobase (en volts).	Chronaxie (farads 10^{-8}).	Heure.
13°..........	0,28	8,5	0,22	9,5	9h57′
23..........	0,26	8,5	0,23	6,5	10. 5
14..........	0,25	8,5	0,20	9,5	10.13

2° On chauffe le muscle (électrode diffuse), le nerf restant à 13° :

T. au muscle.	Électrode nerveuse +.		Électrode nerveuse —.		
	Rhéobase (en volts).	Chronaxie (farads 10^{-8}).	Rhéobase (en volts).	Chronaxie (farads 10^{-8}).	Heure.
8°,5..........	0,37	8,5	0,20	12,5	11h 5′
23..........	0,35	6,5	0,20	11,5	11.13
23..........	0,37	5,5	0,21	10,5	11.18
8..........	0,36	9,5	0,28	10	11.30
8..........	0,37	9,5	0,28	9,5	11.33

Dans le premier cas, la chronaxie de fermeture cathodique seule suit les variations de température de l'électrode nerveuse. Dans le second cas, la chronaxie de fermeture anodique seule suit les variations de température de l'électrode diffuse. On voit donc *qu'il n'y a pas en excitation monopolaire d'excitation de fermeture anodique, l'excitation ainsi appelée se produisant à la cathode diffuse.*

Conséquences. — Il convient donc de rejeter les termes d'électrode active et d'électrode indifférente, et de les remplacer par ceux d'électrode différenciée et d'électrode diffuse, termes qui caractérisent seulement la densité du courant à chacune de ces électrodes.

Les théories actuelles (Nernst, Ostwald) font dépendre l'excitation de fermeture d'une variation (augmentation ou diminution) de concentration

(1) En général, sur des préparations fraîches, les chronaxies sont différentes, suivant que l'électrode nerveuse est positive ou négative. Ce fait sera étudié d'autre part.

des ions (positifs ou négatifs) au contact des membranes semi-perméables; or, toute excitation de fermeture étant cathodique, on peut affirmer qu'elle est produite soit par une augmentation de concentration des ions positifs, soit par une diminution de concentration des ions négatifs, et non par les variations inverses.

En Électrophysiologie humaine, on compare les deux excitations de fermeture que nous avons étudiées; dans les conceptions actuelles, les deux seuils observés caractérisent l'excitabilité du point moteur à deux excitations de nature différente (anodique et cathodique). Il résulte au contraire de nos expériences que ces deux seuils caractérisent l'excitabilité de deux points différents du tissu excité pour une même espèce d'excitation (cathodique). Ceci introduit un point de vue nouveau dans l'étude des phénomènes d'inversion (PFS > NFS).

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Formes prolongées du diabète pancréatique expérimental.* Note de MM. **J. Thiroloix** et **Jacob**, présentée par M. A. Dastre.

A. L'ablation *totale* du pancréas en un temps crée chez le chien, comme l'ont montré Mering et Minkowski, un diabète aigu consomptif d'emblée, de courte durée.

B. L'ablation *presque totale* du pancréas, avec conservation d'un fragment glandulaire *quelconque* voué à l'atrophie progressive par suite de l'oblitération des voies d'excrétion de la glande, donne lieu le plus souvent à une forme morbide caractérisée d'abord par un amaigrissement sans glycosurie puis, après atrophie du reliquat glandulaire, par une glycosurie consomptive. Parfois l'amaigrissement de la phase initiale cesse et l'animal engraisse avant d'être diabétique.

C. L'ablation presque totale du pancréas avec conservation d'un fragment ($\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$) glandulaire *spécial*, de la glande qui entoure le canal de Wirsung laissé libre, donne naissance à des formes diabétiques qui tranchent par l'absence d'amaigrissement des animaux, par la longue évolution du diabète. Le reliquat glandulaire, qui garde ses connexions anatomiques et son physiologisme normaux, assure une utilisation des graisses (80 pour 100) et un certain degré d'utilisation du glucose. Avec cette technique, on obtient deux formes de diabète :

Dans *le type diabétique d'emblée*, la glycosurie est constamment présente, progressive : les animaux succombent acétonémiques dans le marasme après une évolution de trois à six mois (87 à 190 jours).

Dans *le type diabétique différé*, les animaux ont une survie de treize à dix-huit mois. Les animaux, après un amaigrissement passager, augmentent de poids et rien ne permet de les différencier d'animaux normaux.

Pendant plusieurs mois (5 à 8), ils n'offrent qu'une diminution très marquée du pouvoir de fixer les hydrates de carbone : l'ingestion de petites doses d'hydrates de carbone amène un brusque accroissement de la glycémie et une forte élimination de glucose. Les crises glycosuriques sont d'abord réductibles par le régime carné.

Plus tard, le régime hydrocarboné prolongé amène une glycosurie irréductible avec amaigrissement.

A l'autopsie des animaux, le fragment glandulaire paraît indemne : les autres glandes vasculaires sanguines paraissent normales, seul le foie est diversement modifié (normal, tuméfié, graisseux, scléreux).

Ces expériences montrent donc qu'il est possible, par une simple modification dans la technique de l'ablation du pancréas, de créer des formes diabétiques qui se rapprochent du diabète gras humain.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la détermination de l'acidité urinaire.* Note de MM. **L. Grimbert** et **J. Morel**, présentée par M. Guignard.

Il est admis que l'acidité urinaire est due en majeure partie à des phosphates monométalliques alcalins ou alcalino-terreux, auxquels il faut ajouter de petites quantités d'acides organiques.

Si l'on se propose de doser cette acidité en se servant de phtaléine comme indicateur, la neutralité sera atteinte quand on aura transformé le phosphate monosodique en phosphate disodique, mais il reste encore une valence acide de libre, et l'acidité ainsi mesurée n'est qu'une acidité apparente, l'acidité *absolue* étant celle qui correspondrait à la neutralité absolue, c'est-à-dire à la transformation complète de PO^4NaH^2 en PO^4Na^3. En réalité, cette acidité absolue ne présente qu'un intérêt théorique ; elle est de même nature que celle du bicarbonate de soude et, au point de vue des réactions biochimiques, elle ne saurait entrer en ligne de compte. Aussi, certains auteurs ne la déterminent par des procédés détournés (procédés de Maly-Denigès, de Jégou) que pour en déduire par le calcul l'acidité *réelle*, c'est-à-dire

celle qui correspond à la transformation de PO^4NaH^2 en PO^4Na^2H, et qu'on obtiendrait directement par le titrage à la phtaléine, si la présence des sels ammoniacaux de l'urine ne venait retarder le terme du virage et si les sels de calcium, agissant sur le phosphate monosodique, n'apportaient une perturbation dans le dosage, sans doute par suite de la réaction



$$2PO^4NaH^2 + 3CaCl^2 = (PO^4)^2Ca^3 + 2NaCl + 4HCl.$$

Or on peut remédier à la première cause d'erreur en faisant suivre le titrage à la phtaléine d'un dosage d'ammoniaque par le procédé Ronchèse au formol. Le nombre de centimètres cubes de soude versés dans la seconde opération, divisé par 3, donnera le nombre de dixièmes de centimètre cube qu'il faudra retrancher du premier résultat pour corriger l'effet retardateur des sels ammoniacaux.

En se débarrassant des sels de Ca par simple addition à l'urine d'une petite quantité d'oxalate de potassium pulvérisé, on fera disparaître la seconde cause d'erreur, et le chiffre ainsi corrigé correspondra à l'acidité réelle telle qu'elle serait déduite par le calcul de l'acidité absolue.

Vérification. — Dans une solution de phosphate monosodique renfermant $4^g,048$ de PO^4NaH^2 par litre et dont 20^{cm^3} exigeaient, pour être neutralisés à la phtaléine, $6^{cm^3},8$ de soude $\frac{N}{10}$, nous avons ajouté du chlorure de calcium et du chlorhydrate d'ammoniaque représentant une teneur de $2^g,80$ de CaO et de $0^g,500$ de AzH^3 par litre. Le titrage à la phtaléine a donné, cette fois, $12^{cm^3},1$. Après action de l'oxalate de potassium, 7^{cm^3}; après addition du formol, il a fallu $6^{cm^3},1$ de soude $\frac{N}{10}$, ce qui correspond à une correction de $0^{cm^3},2$, soit $7^{cm^3} - 0^{cm^3},2 = 6^{cm^3},8$, c'est-à-dire le chiffre obtenu avec la solution primitive.

Une solution d'acide phosphorique renfermant $1^g,50$ de PO^4H^3 par litre a été additionnée de $CaCl^2$, de AzH^4Cl et de SO^4Mg dans des proportions telles que la teneur en bases de la solution était, par litre, de 0,858 CaO, 1,160 MgO et 0,630 AzH^3. Le titrage de la solution primitive a donné : $6^{cm^3},3$ NaOH $\frac{N}{10}$; après addition de sels, $8^{cm^3},05$; après décalcification, $6^{cm^3},5$; après addition de formol, $6^{cm^3},2$; d'où correction $= 0,2$. Soit $6,5 - 0,2 = 6,3$.

Connaissant d'autre part la teneur de l'urine en acide phosphorique, qu'il est d'usage d'exprimer en $\frac{P^2O^5}{2}$, calculons à combien de phosphate monosodique il correspond; l'acidité monovalente de ce dernier vis-à-vis de la phtaléine représentera l'acidité phosphatique p de l'urine. D'autre part, appelons R l'acidité réelle déterminée par titrage direct à la phtaléine.

Exprimons ces valeurs en PO^4H^3 considéré comme monovalent. Nous pouvons en déduire : 1° l'acidité organique a; 2° l'acidité absolue A, et éventuellement la teneur de l'urine en PO^4NaH^2 et en PO^4Na^2H.

Deux cas sont à considérer :

A. *L'acidité phosphatique est inférieure à l'acidité réelle* ($p < R$).

Dans ce cas, il ne peut y avoir de phosphate disodique, mais éventuellement des acides organiques, et l'on aura : $a = R - p$; $A = 2p + a$; $PO^4NaH^2 = p \times 3,680$.

B. *L'acidité phosphatique est supérieure à l'acidité réelle* ($p > R$).

Dans ce cas, il ne peut y avoir d'acidité organique et l'acidité phosphatique totale se partage entre l'acidité phosphatique due au phosphate monosodique, que nous désignerons par la lettre m (c'est l'acidité déterminée directement par le titrage à la phtaléine et qui se confond avec l'acidité réelle R), et l'acidité phosphatique due au phosphate disodique, acidité théorique que nous représenterons par la lettre d. On aura ainsi :

$$m = R; \quad d = p - R; \quad A = 2R + d;$$
$$PO^4NaH^2 = R \times 3,680; \quad PO^4Na^2H = d \times 4,356.$$

La connaissance de l'acidité organique permet, en outre, d'établir la part qui lui revient dans l'acidité réelle, ce qui peut présenter un certain intérêt pour la clinique.

A titre de documents, nous donnons, dans le Tableau suivant, les résultats obtenus avec diverses urines prises au hasard :

	Acidité réelle. R.	P^2O^5.	Acidité phosphatique. p.	Acidité organique. a.	Rapport $\frac{a}{R}$ pour 100	Acidité absolue. A.	PO^4NaH^2.	PO^4Na^2H.
1°..	0,718	1,190	0,546	0,172	23,9	1,264	2,00	0
2°..	0,929	1,436	0,659	0,270	29,0	1,588	2,42	0
3°..	1,230	2,192	1,006	0,224	18,2	2,236	3,70	0
4°..	0,831	2,02	0,927	0	0	1,758	3,058	0,422
5°..	0,440	1,150	0,527	0	0	0,967	1,619	0,379
6°(1)	1,532	4,785	2,196	0	0	3,728	5,637	2,892

(1) Il s'agit de l'urine du matin d'un sujet ayant absorbé, la veille au soir, 10g de phosphate disodique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le rôle capital du manganèse dans la formation des conidies de l'*Aspergillus niger. Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. E. Roux.

Dans ses belles études sur le développement de l'*Aspergillus niger*, Raulin a mis en évidence le rôle favorable exercé par une petite quantité de fer sur l'accroissement global de la plante : la dose de 10^{mg} de ce métal, à l'état de sulfate, dans 1^{l} de liquide approprié, lui a fourni les meilleures récoltes. Raulin n'a pas étudié le mode d'action du fer; il paraît cependant lui attribuer un rôle spécial dans la formation des spores (plus exactement, conidies). « En l'absence des sels de fer, fait-il en effet remarquer, les spores se forment de plus en plus péniblement à mesure que le milieu d'où elles naissent a déjà produit un plus grand nombre de récoltes. »

Cette remarque a récemment attiré l'attention de Sauton et l'a conduit à diverses expériences à la suite desquelles il a cru pouvoir lier définitivement la formation des conidies à la présence du fer (¹).

Une telle conclusion dépassait la portée des résultats obtenus. En reprenant ces expériences, en collaboration avec leur auteur, Javillier a reconnu que le phénomène de la formation des conidies était plus complexe et dépendait à la fois, mais d'une manière différente, de la présence du zinc et de celle du fer. Lorsqu'on ajoutait les deux métaux, à la dose habituelle de $\frac{1}{100\,000}$, les conidies apparaissaient normalement et, si l'on n'ajoutait que du zinc, la plante restait stérile; mais, si l'on ne mettait ni fer, ni zinc, les conidies se produisaient au moins aussi vite qu'en présence du fer seul. D'où cette nouvelle mais évidente conclusion que le fer n'est pas, comme il semblait d'abord, l'élément indispensable à la sporulation (²).

Ces curieux résultats trouvent leur explication dans certaines expériences que je poursuis actuellement à propos du rôle biologique du manganèse et que je vais résumer.

Je rappellerai tout d'abord combien il est difficile d'obtenir les sels minéraux et les produits organiques indispensables à la culture de l'*Aspergillus niger* dans un état de pureté suffisant lorsqu'il s'agit d'expériences précises sur l'intervention biologique du manganèse.

(¹) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 241, et *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXV, 1911, p. 922.

(²) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1177.

Dans les expériences que j'ai faites avec Javillier, en vue de savoir ce que deviennent les récoltes d'*Aspergillus* sous l'influence combinée du manganèse et du zinc ([1]), nous avions déjà éprouvé quelque peine à préparer un milieu de culture dans lequel il n'y eût guère plus de $\frac{1}{500}$ de milligramme de manganèse par litre. Nous avions remarqué, dans ces conditions, que le manganèse possède une action qui, sans être trop marquée, est cependant sensible sur la formation des conidies, autant qu'on en pouvait juger par la coloration des cultures. Les *Aspergillus* cultivés sur des doses moyennes de ce métal ($\frac{1}{25000}$ à $\frac{1}{1000}$) étaient, à l'arrêt des cultures, sensiblement plus noirs que les *Aspergillus* témoins, d'une part, et les *Aspergillus* plus riches en manganèse, d'autre part ([2]).

J'ai réussi à purifier d'une façon beaucoup plus parfaite toutes les substances nutritives et à opérer dans des conditions où l'influence du manganèse peut être étudiée avec une très grande précision. J'ai reconnu alors qu'en présence des doses habituelles ($\frac{1}{100000}$) de zinc et de fer, mais en l'absence de manganèse, il n'y a pas formation de conidies par l'*Aspergillus niger;* les colonies restent indépendantes les unes des autres, contractées et de couleur blanche.

Si, en outre du zinc et du fer, on ajoute une trace de manganèse, on obtient, au contraire, un beau mycélium, dont la surface, noire et veloutée, est un véritable tapis de conidiophores.

J'ai varié mes expériences en introduisant dans le liquide nutritif soit du saccharose, soit de l'acide succinique, comme source de carbone ; en prenant les conidies soit de la race banale, spontanée, soit d'une race particulière au laboratoire, très sensible au zinc, pour les ensemencements ; enfin, en essayant des doses diverses de zinc et de manganèse. Les résultats ainsi obtenus me permettent de formuler les conclusions générales suivantes :

Le fer, le manganèse, le zinc et, sans doute, tous les éléments nutritifs, agissent synergiquement sur la croissance et sur la formation des conidies de l'*Aspergillus niger*.

Lorsqu'un de ces éléments vient à manquer ou, tout au moins, à se raréfier beaucoup, la plante se développe à peine, il ne se produit presque pas de matière organique.

Quel que soit l'état de développement, si la proportion de manganèse passée dans la matière organique est trop minime, la plante reste stérile; elle se recouvre, au contraire, de conidies, si la quantité de manganèse absorbée par le mycélium atteint une proportion suffisante.

Ainsi, il y a un rapport entre le manganèse d'une part, le fer et le zinc

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 225, 900 et 1337, et *Bull. Sc. pharm.*, t. XVIII, 1911, p. 65 et 321.

([2]) *Bull. Sc. pharm.*, t. XVIII, 1911, p. 71.

d'une autre, qui suffit à la croissance de l'*Aspergillus*, mais qui ne permet pas le développement des organes de reproduction.

Ces conclusions générales permettent de comprendre ce qui se passe dans les cas différents de la culture de l'*Aspergillus niger*, y compris ceux des expériences antérieurement publiées. Lorsqu'on n'opère pas avec des substances suffisamment pures, et j'ai rappelé combien cette condition est difficile à remplir, les très minimes quantités de manganèse introduites dans le milieu nutritif peuvent suffire, en présence du fer et du zinc, pour obtenir des mycéliums abondants, mais sans conidies. Une nouvelle quantité de manganèse ajoutée alors, soit intentionnellement, soit comme impureté du sulfate ferreux, lequel en renferme toujours [1], détermine la sporulation. Lorsque, au contraire, dans le milieu nutritif, on n'ajoute ni fer, ni zinc, ou seulement du fer ou du zinc, les mycéliums qui prennent naissance sont si réduits que le rapport du manganèse, introduit volontairement ou non, au poids de matière organique formée peut être suffisant à la formation des conidies.

Ces relations entre le fer, le manganèse et le zinc dans l'équilibre des fonctions physiologiques de l'*Aspergillus niger* sont remarquables à plus d'un point de vue. Leur intérêt augmente encore si l'on observe qu'elles se rapportent à des éléments dont la proportion dans l'organisme est extraordinairement petite.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la suppression du zinc du milieu de culture de l'*Aspergillus niger *sur la sécrétion de sucrase par cette Mucédinée.* Note de M. **M. Javillier**, présentée par M. E. Roux.

La présence de traces de zinc chez les êtres vivants laisse à penser que cet élément est susceptible de jouer quelque rôle physiologique. Pour certaines espèces végétales, ce rôle est d'une particulière évidence, puisque ce métal favorise dans une très grande mesure leur développement. C'est ce qui ressort des expériences de Raulin sur l'*Aspergillus niger* et, plus net-

[1] J'ai dosé dans les échantillons de sulfate ferreux les plus purs que j'ai pu me procurer dans le commerce, en France et en Allemagne, de $0^{mg},2$ à $0^{mg},5$ de manganèse par gramme de sel. Pour ce dosage, j'ai opéré directement sur le sulfate ferreux, suivant la méthode que j'ai décrite autre part (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 361), mais en ajoutant un peu plus de persulfate et, afin d'atténuer la coloration jaune du composé ferrique, 1^{g} de phosphate acide de potassium pur.

tement encore, de mes propres expériences sur cette même moisissure, des levures et certaines plantes phanérogames [1]. La sensibilité de l'*Aspergillus* à l'influence du zinc est telle que l'action du métal se manifeste déjà nettement à une dilution égale et même supérieure au *cent-millionième*. Cette merveilleuse sensibilité reste pour l'instant sans explication théorique satisfaisante. Dans le but de serrer de plus près le problème, j'ai envisagé certaines hypothèses et, entre autres, celle qui ferait du zinc une substance complémentaire de quelque action diastasique. Je me suis demandé ce qu'il advient des diastases de l'*Aspergillus* lorsqu'on cultive la plante sur milieu privé de zinc. J'envisagerai aujourd'hui la façon dont l'absence de ce métal retentit sur la sécrétion de la sucrase.

On prépare un liquide de culture sans zinc avec toutes les substances nécessaires convenablement purifiées; on le répartit dans des récipients appropriés; on stérilise, on ensemence, on cultive à 34°C. Lorsque la plante a développé ce mycélium mince, à surface inférieure lisse et visqueuse que j'ai décrit, c'est-à-dire au bout de deux ou trois jours, on décante le liquide, on lave la surface inférieure du mycélium, puis on fait passer sous la culture de l'eau distillée et l'on abandonne le tout pendant 24 ou 48 heures. C'est la méthode indiquée par E. Duclaux pour se procurer facilement, avec l'*Aspergillus* cultivé sur milieu complet, un liquide à sucrase.

Or *on constate que le liquide ainsi préparé ne présente, dans notre cas particulier, aucun pouvoir inversif sur le saccharose*. Le liquide, préparé selon la même méthode avec un *Aspergillus* ayant poussé sur milieu complet, intervertit au contraire facilement le saccharose. *Il n'y a donc pas de sucrase dans le premier*.

Toutefois, lorsqu'on utilise pour la préparation non l'eau pure, mais une solution faible de phosphate trisodique [2], le liquide obtenu présente un léger pouvoir inversif, mais tellement petit qu'il ne se prête pas à un titrage exact de la sucrase.

A s'en tenir à ces constatations, on est tenté de conclure que le zinc est nécessaire à la sécrétion de la sucrase; on y est encore plus disposé lorsqu'on voit la quantité de sucrase qni passe dans le liquide se trouver d'autant plus grande que la quantité de zinc introduite dans le milieu de culture était elle-même plus grande. On trouve par exemple :

---

(1) M. JAVILLIER, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1212; t. 146, 1908, p. 365; *Thèse*, 1908; *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXII, 1908, p. 720.

(2) HOLDERER, *Thèse*, 1911.

Mycélium de 3 jours cultivé.	Sucrase en unités Fernbach (¹) dans la liqueur aqueuse.	ph. sod.	Poids secs des mycéliums.
En l'absence de zinc	0	2	0,620
En présence de $\frac{1}{100\,000\,000}$ Zn	0	11	0,935
» $\frac{1}{50\,000\,000}$ Zn	0	16	1,185
» $\frac{1}{30\,000\,000}$ Zn	0	22	1,485
» $\frac{1}{20\,000\,000}$ Zn	7	35	1,825
» $\frac{1}{10\,000\,000}$ Zn	39	70	2,395

On est enfin plus enclin à conclure dans le même sens, lorsque, recherchant la sucrase *dans le milieu de culture lui-même*, on voit *qu'elle n'y apparaît à aucun moment du développement*, même lorsque la surface de la moisissure se couvre de conidies (ce qui se produit avec une extrême rapidité), même lorsque la plante entièrement sporulée est maintenue, plusieurs jours encore, sur son liquide nutritif. Avec le milieu Raulin complet, les choses se passent différemment : vers le troisième jour, lorsque l'*Aspergillus* a consommé presque tout son sucre, atteint son poids maximum et commencé à sporuler, la sucrase diffuse dans le milieu et y augmente rapidement (A. Fernbach).

La conclusion qu'entraîneraient ces observations serait pourtant injustifiée. Lorsqu'on cultive l'*Aspergillus* sur un liquide sans zinc, dont le saccharose n'a pas été interverti par un chauffage préalable, on observe que la majeure partie du sucre s'intervertit avec rapidité. Cette rapide interversion prouve évidemment que, *même en l'absence de zinc, il y a sécrétion de sucrase;* on est ainsi conduit à rechercher dans le mycélium lui-même la diastase et la marche de sa sécrétion.

J'ai fait cette étude dans des conditions expérimentales analogues à celles qu'appliquait M. Fernbach. Je n'en donnerai pas ici le détail.

D'après mes observations, la production de sucrase par l'*Aspergillus* privé de zinc est extrêmement hâtive. Pour en observer le début et construire la partie ascensionnelle de la courbe de sécrétion, il faut étudier le mycélium dès les premières heures, alors qu'il ne forme qu'un voile à peine cohérent, ne laissant guère que 3 pour 100 de matière sèche. Dès la 30e heure, le maximum est atteint, puis l'activité inversive subit une chute rapide. A la 48e heure, l'activité, rapportée à l'unité de matière sèche, est

(¹) FERNBACH, *Thèse*, 1890.

tombée de 100 à 25, et, dans les heures qui suivent, celle-ci va décroissant jusqu'à devenir nulle vers le 5e jour. En comparant la marche de cette sécrétion à ce qui se passe en présence de zinc, on voit que la suppression de cet élément n'influe pas sur la *forme* du phénomène. Les deux courbes de sécrétion affectent la même allure; mais dans le cas d'absence du zinc, la courbe se tient à un niveau inférieur, la quantité de sucrase étant diminuée d'environ 30 pour 100, et la rapidité de sa chute est bien plus grande; dans l'*Aspergillus* zincifié, on continue à déceler la diastase longtemps après que le mycélium a atteint son poids maximum, quand il s'autolyse au contact de son milieu épuisé.

En résumé, l'*Aspergillus* privé de zinc ne laisse diffuser de sucrase ni dans son milieu de culture, ni dans l'eau distillée quand on remplace par celle-ci le liquide nutritif. Les cellules sécrètent cependant de la sucrase, assez pour intervertir rapidement le saccharose qu'on leur offre, mais la quantité sécrétée, rapportée à l'unité de poids de la plante, est notablement plus petite qu'en présence de zinc, et la diastase disparaît rapidement du mycélium.

Y a-t-il entre ces faits et la privation de zinc une relation qui ne se manifesterait qu'à propos de cet élément et serait susceptible d'ouvrir quelque aperçu sur la fonction physiologique du zinc? C'est ce que, pour l'instant, je me garderai bien de prétendre.

ENTOMOLOGIE. — *L'aptérisme expérimental des Insectes.* Note de M. J. **Dewitz**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Nombre d'insectes sont aptères et les femelles de quelques lépidoptères ont des ailes qui ne représentent que des moignons très courts et un corps ressemblant à un sac rempli d'œufs. Une telle réduction des ailes peut déjà être remarquée chez la chrysalide qui possède alors des étuis moins grands que la chrysalide mâle.

Dans une Note [1] publiée il y a 10 années, j'ai essayé de donner une explication de cette anomalie et j'ai communiqué des expériences faites sur les Polistes, expériences au cours desquelles j'obtins artificiellement des insectes aptères en plaçant leurs nids, pendant 48 heures, dans une glacière. Depuis cette époque j'ai répété

[1] *Der Apterismus bei Insekten* (*Arch. f. Anat. u. Physiol. : Physiol. Abt.*, 1902, p. 61); voir aussi : le même périodique, p. 339-340, et *Zoolog. Anz.*, t. XXV, p. 166.

l'expérience plusieurs fois et chaque fois j'ai eu quelques guêpes sans ailes. D'un autre côté, j'ai réussi à obtenir ce résultat, par le même moyen, avec des pupes de mouches (Calliphora) qui avaient été gardées d'abord pendant 3 semaines dans une glacière, puis durant 2 mois dans la chambre frigorifique (+ 2°C.) d'une brasserie (juillet, août, septembre 1911), et qui me donnèrent un grand nombre de mouches ayant des ailes plus ou moins défectueuses. Dans des essais faits à plusieurs reprises, il m'a semblé qu'on peut provoquer le même phénomène en exposant les pupes à une température de 40°C. pendant 1 à 2 heures. Il arrive aussi que les insectes dont les pupes ont subi les traitements indiqués ou d'autres (entre autre l'influence de l'acide acétique) marchent difficilement ou sont incapables de prendre leur vol malgré la présence d'ailes parfaitement développées.

Il convient de mentionner que certains auteurs (Standfuss, Kathariner), au cours d'expériences ayant trait à la coloration des lépidoptères, avaient déjà remarqué que l'influence de différentes températures agissait en même temps sur la forme des ailes. D'autre part, il est intéressant de rapprocher ces modifications provoquées par le froid artificiel de celles que subissent les mêmes organes chez des espèces habitant les régions arctiques, antarctiques ou alpines et chez certaines espèces hivernales (phalènes d'hiver).

Lorsqu'on veut se procurer des mouches déformées par le froid ou la chaleur, *il est nécessaire* de faire agir ces agents sur les nymphes encore blanches, mais déjà parfaitement développées. Des larves ou des chenilles, soumises à ces traitements, ne m'ont pas donné d'individus aptères. Cependant on peut avoir des chrysalides ayant les étuis des ailes raccourcis en mettant des chenilles (*P. chrysorrhœa*) prêtes à se métamorphoser dans une atmosphère contenant de l'acide cyanhydrique, qui a le pouvoir de diminuer l'oxydation interne. Ces chrysalides, qui s'obtiennent assez difficilement, me paraissent intéressantes en ce qu'elles rappellent, par leur corps cylindrique et les courts étuis des ailes, certaines chrysalides femelles. L'enveloppe chitineuse reste en outre incolore sous l'influence du gaz toxique. Des phénomènes semblables avaient souvent lieu quand on enfermait des chenilles de Piérides (*P. brassicæ*), peu de temps avant la nymphose, dans des tubes en verre.

Quand on met des pupes de mouches renfermant la nymphe blanche, ou des chrysalides de Piérides nouvellement formées, dans l'alcool ou le chloroforme, on voit les ailes se colorer en brun foncé et contraster, par suite de cette coloration, avec le reste du corps. Or, l'apparition de la couleur brune est due à une oxydase (tyrosinase). Celle-ci est répandue dans l'organisme de la larve, mais elle se localise chez la nymphe où elle se trouve principalement contenue dans les ailes, comme le prouve la coloration de ces organes sous l'action de l'alcool ou du chloroforme. Dans des exem-

plaires préalablement bouillis, toute coloration cesse de se produire. Je suppose donc que les différents traitements que j'ai fait subir aux nymphes ont agi dans un sens défavorable sur l'oxydase, ce qui a déterminé l'atrophie des ailes. Chez les espèces où, sans cause apparente, la femelle seule est aptère, il faudrait, d'après ma manière d'interpréter ces phénomènes, admettre qu'il existe dans l'organisme de la femelle des corps réducteurs ou autres diminuant l'oxydation interne et qui différencieraient ainsi la constitution des deux sexes de ces espèces. L'interprétation de ce cas particulier me semble déjà se rapprocher de l'effet produit par l'acide cyanhydrique sur la formation de la chrysalide. Chez d'autres espèces, il suffit que les larves mènent une vie parasitaire pour que les procès physiologiques, dans l'organisme de la femelle, soient si profondément modifiés que la dernière devienne aptère. Seule, la larve mâle parviendrait à paralyser cet effet d'intoxication que subissent tous les parasites, même les parasites végétaux.

Je ne saurais terminer cette esquisse sans faire ressortir que, dans la nature, l'atrophie des ailes est souvent accompagnée de l'atrophie de l'œil et de la diminution du pigment (grottes, vie parasitaire). Or, la disparition du pigment des parties chitineuses (et peut-être aussi de celui de l'œil) démontre précisément que les oxydases, cause initiale de cette pigmentation, ne fonctionnent pas normalement. Je ne crois donc pas téméraire de conclure que les trois phénomènes résultent du même état physiologique de l'organisme.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les variations de la sensibilité en relation avec les variations de l'état chimique interne.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans toute une série de recherches, je me suis efforcé de montrer qu'il y a une relation entre le degré de sensibilité d'un animal et la vitesse des réactions chimiques dont il est le siège.

I. Les agents qui modifient l'état chimique d'un organisme modifient en même temps sa sensibilité.

On sait que les acides à faibles doses sensibilisent les petits Crustacés vis-à-vis de la lumière; d'après Loeb, ils agiraient comme des catalyseurs, en accélérant les oxydations. J'ai réalisé des expériences très nettes sur les larves de Homard; avec les alcalis, j'ai obtenu les mêmes effets, mais moins prononcés et de plus longue durée,

et je les attribue également à une accélération des oxydations. La lumière et la chaleur, dans les limites où elles sont accélératrices des oxydations, sont encore des sensibilisatrices des animaux.

D'autre part A. Drzewina [1] a montré que, si l'on ajoute à l'eau de mer une faible proportion de cyanure de potassium, corps qui, comme on sait, diminue notablement les oxydations, on obtient, non seulement une désensibilisation vis-à-vis de la lumière (Actinies, *Convoluta*, Mysis), mais encore parfois une sensibilisation plus ou moins prononcée vis-à-vis de l'ombre (Copépodes littoraux, larves de Homard).

Ceci m'a conduit à l'*hypothèse* suivante. Il y aurait *deux sortes de sensibilisations*, celle vis-à-vis de la lumière et celle vis-à-vis de l'ombre, et elles correspondraient à des *réactions chimiques antagonistes:* oxydations et réductions. *Les causes qui accélèrent les oxydations organiques augmenteraient la force de l'attraction des animaux par la lumière ; les causes qui inhibent les oxydations augmenteraient la force de l'attraction par l'ombre.*

Voici encore quelques faits qui viennent à l'appui de cette hypothèse. J'ai constaté que les chenilles d'*Hypochrita Jacobææ* à l'approche de la nymphose (crise asphyxique) sont beaucoup plus fortement attirées par l'ombre; il en est de même des chenilles parasitées. D'autre part, il y a des aliments qui diminuent les oxydations organiques et prédisposent les animaux à la vie cavernicole.

II. Du moment que les modifications expérimentales de l'état chimique de l'organisme entraînent des variations de sa sensibilité, il m'a semblé logique d'admettre la réciproque: *A toute variation de la sensibilité, doit correspondre une modification chimique de l'être vivant.* Telle a été mon idée directrice principale dans les recherches que je poursuis sur la variabilité des réactions chez les animaux inférieurs.

Non seulement j'ai pu établir que la sensibilité de ces organismes varie constamment et souvent dans d'assez larges limites, mais encore j'ai pu indiquer l'allure générale de la courbe des variations. Souvent celles-ci se font périodiquement: il y a rythme des marées ou bien rythme nycthéméral, l'être vivant étant alternativement attiré et repoussé, soit par la gravitation, soit par la lumière. *D'une façon générale*, j'ai reconnu *qu'à une période de sensibilisation vis-à-vis de la lumière succède une période de sensibilisation vis-à-vis de l'ombre.*

Si, par un procédé quelconque, on a réussi à augmenter la sensibilité

---

(1) *Sur la résistance des Crustacés au cyanure et les effets sensibilisateurs de cette substance.* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXXI, 2 décembre 1911, p. 554).

d'un être vis-à-vis de la lumière, cela ne peut pas durer, et à la sensibilisation vis-à-vis de la lumière fait suite d'abord une désensibilisation vis-à-vis de celle-ci, puis une sensibilisation vis-à-vis de l'ombre. Des expériences récentes, où j'ai employé les acides et les alcalis (SO^4H^2 et NaOH à la dose de 1^{cm^3} de la solution $\frac{N}{10}$ pour 100^{cm^3} d'eau de mer), sont probantes à cet égard [1].

Les acides (ions H) et les alcalis (ions OH) agissent sur les jeunes larves de Homard de la même façon, mais les effets sont plus lents à se produire et moins intenses dans le second cas. Il y a toujours lieu de distinguer *deux phases* dans l'action de la substance chimique. Dans la première, les réactions de l'organisme vis-à-vis de la lumière sont renforcées; dans la seconde, ce sont les réactions vis-à-vis de l'ombre qui s'accentuent. La sensibilisation vis-à-vis de la lumière est toujours passagère, mais elle dure plus longtemps dans le cas des alcalis que dans celui des acides. Pour les acides, la sensibilisation est maxima souvent au bout de quelques minutes et s'efface alors au bout de quelques heures. Pour les alcalis, la sensibilisation peut n'être maxima qu'au bout de quelques heures et peut se conserver quelques jours. Il importe de préciser les phases d'action des substances chimiques. L'effet de l'acide peut avoir disparu alors que celui de l'alcali commence à se faire sentir.

Chez les Crustacés traités par les acides ou les alcalis, à l'attraction par la lumière succède tôt ou tard l'attraction par l'ombre. Quand on expose pendant une assez longue durée des Invertébrés aquatiques à la lumière, le plus souvent on observe la même succession des phénomènes : le phototropisme positif finit par se transformer en un phototropisme négatif. Des Actinies exposées à la lumière commençent par se fermer, mais plus tard elles s'épanouissent, et cela d'autant plus vite que la température est plus élevée. Des faits du même ordre s'observent dans l'étude des sensations chez les animaux supérieurs et l'homme. Telle région de la peau, au contact d'un corps chaud, fournit tout d'abord une sensation de chaud, mais celle-ci se transforme d'autant plus vite en une sensation de froid que la température ambiante est plus élevée (sensation paradoxale de froid).

La rétine est le siège de phénomènes analogues. Si l'image d'un objet blanc est maintenue sur une certaine région de la rétine, au bout d'un

---

[1] Voir *Quelques expériences de modification des réactions chez les animaux, suivies de considérations sur les mécanismes chimiques de l'évolution* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XLV, 1911, p. 217-238).

certain temps, l'image est encore perçue, mais noire. De même à une image rouge succède une image verte.

A l'attraction des animaux par la lumière succède l'attraction par l'ombre; à la sensation de blanc succède celle de noir. Il est évident que c'est du côté de la Chimie qu'il faut chercher l'explication de ces phénomènes.

Si l'hypothèse que j'ai admise plus haut est vraie, l'attraction par la lumière ou la sensation de blanc correspondrait à une accélération des oxydations; l'attraction par l'ombre ou la sensation de noir, à une accélération des réductions. Dans toute cellule vivante, il y a toujours lieu de tenir compte des *réactions chimiques antagonistes* (oxydation et réduction, par exemple); à un moment donné, elles peuvent s'équilibrer; l'instant d'après, l'une peut l'emporter sur l'autre, mais cela ne peut pas durer indéfiniment; il est nécessaire que les choses se renversent, et c'est alors que se manifesterait le changement de signe de la réaction ou l'apparition de la sensation contraire. En ce qui concerne les phénomènes rétiniens, mon hypothèse se rattache à la théorie de G.-E. Müller.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la lame spirale membraneuse du limaçon.* Note de M. E. VASTICAR, présentée par M. F. Henneguy.

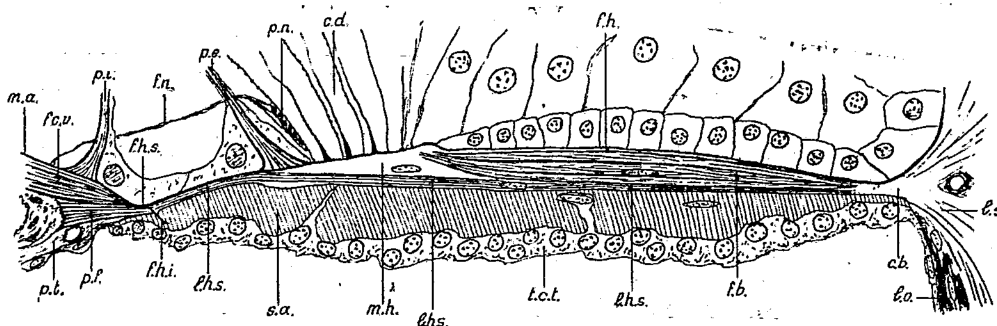
La couche moyenne de la lame spirale membraneuse est constituée par une lame de tissu hyalin finement striée dans toute sa largeur et qui s'étend de la crête basilaire du ligament spiral aux parties molles de la lèvre tympanique.

J'ai eu l'occasion d'observer chez le lapin adulte une lame spirale membraneuse particulièrement développée et je note les détails de structure suivants :

La lame hyaline striée (*l. h. s.*) se termine en dedans en un point situé environ à l'union du tiers interne avec le tiers moyen de la distance interpiliaire. Son bord interne légèrement épaissi est taillé obliquement en biseau de haut en bas et de dedans en dehors. Il offre une partie plane et deux angles. L'angle supérieur se prolonge en dedans sous forme d'un feuillet hyalin (*f. h. s.*) d'une infime épaisseur et se perd rapidement dans la couche membraneuse amincie (*f. c. v.*) provenant du fusionnement des fibres conjonctives de la lèvre vestibulaire avec celles du périoste vestibulaire de la lèvre tympanique osseuse. La surface inférieure de ce feuillet ainsi que la surface plane oblique terminale de la lame reçoivent l'insertion : *a*, d'un pinceau de fibres rectilignes (*p. f.*) s'épanouissant en dedans et se fixant à des aspérités osseuses de la lèvre tympanique; *b*, de fibres conjonctives (*p. t.*) s'unissant aux précédentes et appartenant au périoste tympanique.

L'ensemble de ces différents plans filamenteux forme le revêtement membraneux terminal de la lèvre tympanique osseuse auquel adhère fortement le bord interne de la lame hyaline. Le pilier interne (*p. i.*) placé sur sa surface supérieure porte à faux sur la crête osseuse.

Un deuxième feuillet hyalin (*f. h. i.*) prolonge en bas et en dehors l'angle inférieur du biseau; il se termine au milieu d'une substance indéterminée qui double la face inférieure de la lame hyaline striée.



Le segment interne de la lame hyaline situé en dedans du pilier externe (*p. e.*) est mince et d'épaisseur assez régulière. La lame hyaline augmente de volume sous le pilier externe. Celui-ci repose à plat sur sa face supérieure et je ne vois aucun prolongement de la base de ce pilier pénétrer dans l'intérieur de cette lame. Dans la région des cellules de Deiters (*c. d.*) la lame hyaline forme un volumineux massif de substance hyaline (*m. h.*) caractérisé par l'absence de stries. La couche de stries fines (*l. h. s.*) occupe dans le segment interpiliaire toute l'épaisseur de la couche hyaline. Elle traverse ensuite le massif hyalin à sa partie inférieure, puis, diminuant progressivement d'épaisseur, atteint la crête basilaire (*c. b.*) du ligament spiral (*l. s.*). La couche des stries basilaires (*f. b.*) formée par la superposition de plusieurs plans de grosses fibres repose sur ce segment externe de la lame hyaline finement striée dont elle se différencie nettement. Les extrémités internes de ces fibres se groupent et se terminent, en suivant souvent une direction ascendante, dans la partie supérieure du massif hyalin sans qu'on puisse observer la moindre apparence de continuité des grosses fibres basilaires avec les stries fines de la lame hyaline. Les extrémités externes semblent se fusionner avec les stries fines terminales de la lame hyaline et avec un feuillet hyalin (*f. h.*) dépourvu de stries qui n'est qu'un prolongement externe du massif hyalin et qui recouvre en totalité la couche épaisse des grosses fibres basilaires. Ces dernières sont donc entièrement comprises dans un dédoublement de la lame hyaline.

On remarque des noyaux oblongs au milieu des grosses fibres, des stries fines et dans la substance hyaline non différenciée.

La face inférieure de la lame hyaline est doublée d'une couche de substance amorphe de nature indéterminée. Elle se colore de la même façon que le tissu osseux. Sur des coupes axiales sa surface tympanique apparaît mamelonnée et montre un certain nombre d'incisures au fond desquelles on aperçoit souvent un noyau. On

trouve également des noyaux en pleine substance. Je remarque d'une façon assez régulière le développement particulier de cette substance sous le pilier externe, ainsi qu'un sillon profond qui atteint, sur le côté externe du pilier, la lame hyaline. En dehors elle se prolonge légèrement au delà et en dessous de la crête basilaire pour se terminer, comme on le voit sur la figure, dans le voisinage d'une lamelle osseuse (*l. o.*) qui renforce la partie inférieure tympanique du ligament spiral. En dedans elle se continue en couche très mince sous le revêtement membraneux de la lèvre tympanique.

La surface tympanique de cette couche de substance amorphe est tapissée de tissu conjonctif délicat (*t. c. t.*) contenant des cellules fusiformes dont le noyau est allongé dans le sens spiral. Elles sont d'autant plus nombreuses que la substance amorphe est plus abondante.

Une fine membrane anhyste (*m. a.*) que j'ai pu observer détachée des tissus sous-jacents recouvre toute la surface cochléaire de la lame hyaline. Elle se prolonge en dehors sur la surface cochléaire du ligament spiral et en dedans jusqu'aux dents de la première rangée. Sur elle reposent tous les éléments cellulaires du canal cochléaire. Elle est percée de boutonnières au niveau des piliers.

Je constate enfin l'existence d'une plaque nerveuse (*p. n.*) accolée à la base et sur la paroi interne de la cellule de Deiters de la première rangée et à une faible distance de la membrane basilaire. Plusieurs fibrilles nerveuses s'en détachent et se réunissent en un faisceau (*f. n.*) qui traverse le tunnel et gagne les foramina.

Conclusion. — La zone pectinée de la membrane basilaire est formée de six couches distinctes : 1° une lamelle anhyste; 2° une lamelle hyaline; 3° une ou plusieurs couches de grosses fibres basilaires; 4° une lame hyaline finement striée; 5° une couche de substance amorphe; 6° un revêtement conjonctif.

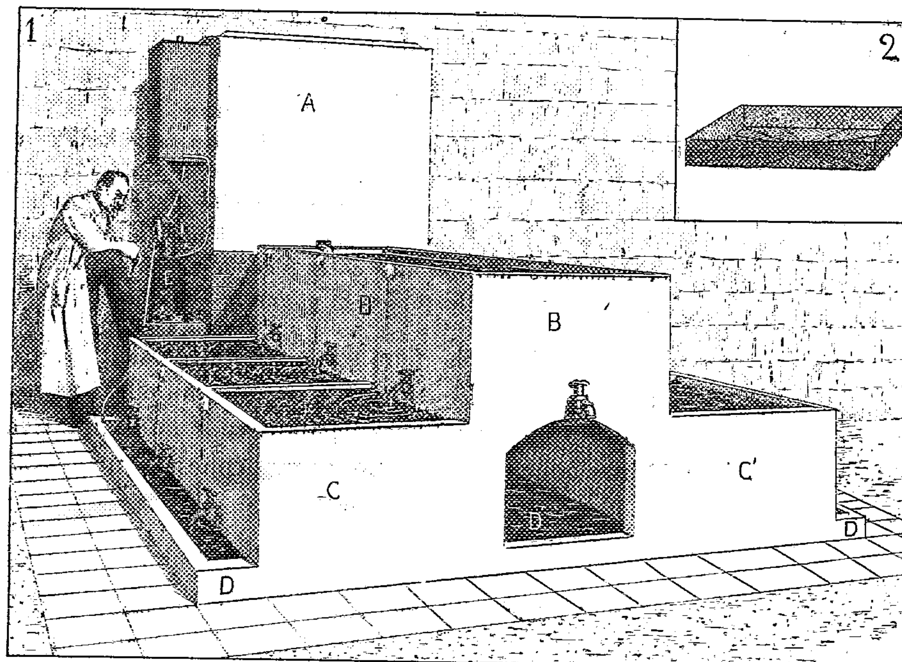
HYGIÈNE. — *Épuration bactérienne des Huîtres par la stabulation en eau de mer artificielle filtrée.* Note de M. FABRE-DOMERGUE, présentée par M. Henneguy.

Les résultats obtenus au cours de mes premières expériences sur l'épuration des Huîtres en eau filtrée m'ayant inspiré l'idée d'étendre le même principe à l'emploi de l'eau de mer artificielle dans un appareil à circulation fermée et continue, je proposai au Ministre de la Marine et j'obtins de lui l'autorisation de faire construire dans une cave attenante à mon Laboratoire un bassin d'essai, en ciment armé, assez grand pour stabuler un ou deux milliers d'Huîtres par jour. Je me proposais ainsi d'étudier la valeur pratique du procédé, tant au point de vue de la conservation des Huîtres pendant le temps nécessaire à leur épuration qu'à celui des modifications de

goût et d'aspect qu'elles étaient susceptibles de subir à la suite de ce traitement.

Ce bassin, construit dans le courant de décembre et mis en fonctionnement depuis plus d'un mois, a bien réalisé ce que j'en attendais et m'a prouvé que les Huîtres y gardaient, même après un séjour beaucoup plus prolongé que ne l'exige leur épuration, leur saveur initiale et leur complète vitalité.

Il comprend, ainsi que l'indique la figure ci-dessous : 1° un grand bac d'eau brute, D,



à demi enfoncé dans le sol, d'une contenance de 4^{m^3}; 2° deux bassins à trois compartiments chacun, C et C', de $1^{m^3},62$, destinés à recevoir les Huîtres à stabuler; 3° un réservoir à eau filtrée B de 1^{m^3}, et 4°, enfin, un filtre à sable, A, de même capacité.

L'eau de mer artificielle, amenée à la densité de 1022°, est aspirée dans le bassin D au moyen d'une pompe actionnée par un moteur à air chaud de $\frac{1}{40}$ de cheval; elle se déverse sur une lame de verre perforée qui la répartit uniformément à la surface du filtre et passe de là dans le réservoir d'eau filtrée d'où elle est distribuée dans les compartiments de stabulation et retourne enfin dans le réservoir D pour être reprise par la pompe et ramenée sur le filtre. Celui-ci, du système « à sable non submergé », si minutieusement étudié par Miquel et Mouchet, présente une surface de 1^{m^2} et laisse passer de 4^{m^3} à 5^{m^3} d'eau par 24 heures. Ce volume, correspondant exactement au débit de la pompe employée, on voit que toute l'eau contenue dans l'appareil subit une

filtration journalière complète et que le contenu de chacun des bacs de stabulation se trouve renouvelé un peu plus de deux fois par 24 heures.

Une fois par jour, les bacs de stabulation sont vidés, les Huîtres contenues dans les paniers (2) sont lavées par un fort jet d'eau filtrée, de façon à être débarrassées de toutes les impuretés émises par elles depuis la veille, laissées à sec pendant quelques heures, puis recouvertes à nouveau d'eau courante.

Bien que les observations bactériologiques entreprises simultanément par M. le Dr Bodin à Rennes et par moi-même à Paris, au moyen d'un appareil analogue construit sur mes indications, ne soient pas encore terminées, je crois, en ce qui me concerne, pouvoir affirmer dès maintenant que l'eau de mer artificielle épurée par le filtre à sable non submergé constitue un milieu extrêmement intéressant au point de vue biologique et que ses propriétés, très voisines, à beaucoup d'égards, de celles de l'eau de mer naturelle, prise au large, paraissent admirablement appropriées à l'alimentation des aquariums marins éloignés du littoral.

ZOOLOGIE. — *A propos de* Watersia Paessleri, *Bryozoaire parasite.* Note de M. **Louis Calvet**, présentée par M. Yves Delage.

Sous la dénomination de *Watersia Paessleri*, j'ai décrit (*Comptes rendus*, séance du 22 janvier 1912) un Bryozoaire nouveau, parasitant le cormus d'une Synascidie. Cette dénomination est défectueuse en ce qui concerne le genre, le nom de *Watersia* ayant été donné tout récemment à un autre genre de Bryozoaire. Je propose donc de la remplacer par celle de *Watersiana* et d'appeler l'espèce : *Watersiana Paessleri*.

ZOOLOGIE. — *Sur les Céphalopodes capturés en 1911 par S. A. S. le Prince de Monaco.* Note de M. **L. Joubin**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

Au cours de sa croisière de 1911, S. A. S. le Prince de Monaco a récolté une série de Céphalopodes du plus haut intérêt. Aucune des campagnes précédentes n'avait fourni un pareil nombre de ces animaux, ni surtout une réunion aussi remarquable de types variés et importants au point de vue morphologique et faunistique.

Tous ces Céphalopodes appartiennent à la faune pélagique abyssale et

ont été capturés à l'aide de filets nouvellement perfectionnés en vue de les faire travailler à grande vitesse. Ils appartiennent pour la plupart à la section des Décapodes, sauf deux qui se rattachent aux Octopodes. Les premiers sont, sans exception, des Œgopsidés. Cette division devient ainsi, de plus en plus, presque exclusivement représentative des Céphalopodes bathypélagiques.

Il est très remarquable que cette collection ne renferme aucune des espèces banales, parmi lesquelles sont souvent disséminées les formes intéressantes.

Tous les animaux qui la constituent sont entièrement nouveaux, ou connus seulement par quelques rares exemplaires.

Ces Céphalopodes sont adaptés à la vie nocturne des grands fonds; la transparence de leur corps de consistance gélatineuse, la présence d'appareils lumineux sur divers points de leur peau, le développement de leurs moyens de natation, l'adaptation de leurs ventouses à la capture du plancton, ne laissent aucun doute sur leur provenance abyssale.

Il n'est pas possible de décrire ici tous ces êtres rares ou nouveaux; je me contenterai d'indiquer les plus intéressants.

Les deux espèces d'Octopodes sont d'abord quatre individus de *Eledonella diaphana* capturés en quatre stations, à partir de 4500^{m}. L'autre, *Eledonella Alberti* Joubin est nouvelle et représentée par deux individus pris, eux aussi, au-dessus de 4500^{m} de fond. Leur corps est tellement transparent que l'on distingue leur organisation interne, notamment les trajets des nerfs dans la tête et les bras. Les nerfs et ganglions optiques aboutissent à des yeux singuliers, dont la chambre pigmentée a la forme d'un cigare au milieu duquel est posé le cristallin, tandis qu'à l'un des bouts se trouve un corps arrondi, probablement photogène. C'est la seconde fois seulement que l'on constate la présence de ces appareils chez les Octopodes, les premiers appartiennent à un très curieux représentant des *Cirroteuthidæ*, le *Melanoteuthis lucens* Joubin où je les ai décrits récemment.

Parmi les Décapodes je citerai deux *Abraliopsis Morisii* Verany pris entre la surface et 4500^{m}; un jeune *Pterygioteuthis* de même profondeur, deux *Pyroteuthis aurantiacus* Joubin dont le corps est dépourvu d'organes lumineux, mais dont la tête et les bras en présentent de fort beaux; un jeune *Calliteuthis Hoylei* capturé au-dessus de 2700^{m}; un *Benthoteuthis megalops* Verrill pris entre 0^{m} et 4500^{m}, espèce connue jusqu'ici par un seul exemplaire américain, de même qu'un *Brachioteuthis Beani* Verrill.

La famille des *Chiroteuthidæ* est abondamment représentée; on y trouve plusieurs exemplaires du *Mastigoteuthis flammea* Chun pris entre 0^{m} et 4500^{m}; un *Chiroteuthis Portieri* Joubin, nouveau, caractérisé par la grande longueur de ses bras, tous égaux.

J'ai retrouvé un *Chiroteuthis Picteti* Joubin qui n'était connu que par un exem-

plaire provenant de la mer d'Amboine que j'avais décrit jadis; il est intéressant de constater sa présence dans l'Atlantique au-dessus de 4300^m. A cette famille se rattache un Céphalopode des plus intéressants pour lequel je dois créer une sous-famille, un genre et une espèce; c'est le *Chirosoma Regnardi* Joubin, dont tous les bras et tentacules portent quatre rangées de ventouses minuscules disposées sur quatre rangs; il a été capturé au-dessus de 4000^m de profondeur. Un *Doratopsis Richardi* Joubin est nouveau et très différent, par la structure de ses yeux, de toutes les espèces du même genre.

Les *Cranchiadæ*, qui, en raison du petit nombre d'échantillons que l'on connaissait, passaient il y a peu d'années pour des êtres très rares, paraissent au contraire prendre une part importante à la composition de la faune des Céphalopodes abyssaux. J'ai dû créer un genre nouveau, *Leucocranchia Pfefferi* Joubin, pour deux gros individus capturés au-dessus de 4000^m de fond, caractérisés par un énorme organe lumineux englobant l'hémisphère inférieur de chaque œil; de gros tubercules se trouvent en arrière du corps entre les nageoires.

Cinq exemplaires de *Galiteuthis armata* Joubin ont été capturés entre la surface et 4000^m de fond; l'un d'eux dépasse 50^{cm} de long. Ce Céphalopode n'était connu jusqu'ici que par l'exemplaire capturé à Nice, que j'avais décrit, et par un autre de l'océan Indien. Ces nouveaux individus me permettent de rejeter définitivemen l'assimilation qui a été faite de cette espèce avec le *Taonius Suhmi* du *Challenger*.

Le genre *Bathothauma* Chun s'enrichit de deux nouvelles espèces : *Bathothauma Bouréei* Joubin et *Bathothauma Bergeti* Joubin, toutes les deux remarquables par la conformation de leurs yeux pédonculés et transparents et de leurs organes lumineux. Elles ont été prises entre 0^m et 4000^m.

Tous ces Céphalopodes remarquables ont été capturés dans la région de l'Atlantique nord comprise entre le Portugal et les Açores, sauf un qui provient de la Méditerranée entre Marseille et Gibraltar.

GÉOLOGIE. — *Sur l'importance et le rôle des poussières éoliennes.* Note de M. L. **Sudry**, présentée par M. A. Lacroix.

Plusieurs séries d'expériences nous ont montré que le diamètre d d'un grain de densité ρ, maintenu en suspension dans un fluide de densité σ et de viscosité η, animé d'une vitesse v suivant une direction inclinée de $180° - \gamma$ sur celle de la pesanteur, était donné très sensiblement par l'expression

$$d = \frac{a\sigma v^2 \cos^2\gamma + \sqrt{b\eta g(\rho - \sigma)}\, v \cos\gamma}{g(\rho - \sigma)}.$$

Dans cette formule :

g désigne l'accélération de la pesanteur;

a et b sont des coefficients variables suivant la forme des grains : *sphères*

parfaites polies, $a = 0,3$ et $b = 18$; *grains arrondis*, $a = 0,7$ et $b = 16$; *grains irréguliers*, a compris entre 0,7 et 1,0 et b compris entre 16 et 6 (C. G. S.).

Le résultat précédent conduit à expliquer ou à modifier certaines de nos connaissances relatives aux poussières éoliennes et à leur rôle.

I. Les plus petits corpuscules en suspension dans l'air descendent à de très faibles vitesses, 2^{km} par an seulement, aux températures ordinaires et en atmosphère tranquille, pour des grains de 1^{μ} de diamètre et de densité comprise entre 2,5 et 3,0. L'abondance des poussières ténues, dont le nombre s'élève à plusieurs milliers par centimètre cube d'air, n'a rien de surprenant.

Les apports éoliens d'une extrême finesse s'étendent sans aucun doute à toute la surface des océans, sans contribuer pourtant d'une façon importante à la sédimentation. La vitesse de chute dans l'eau devient en effet si minime, que tous les corps quelque peu solubles ou attaquables et de dimensions ou de densité relative suffisamment faibles disparaissent peu à peu pendant la durée de leur chute continuellement ralentie. L'argile rouge des grands fonds océaniques nous apparaît comme le résidu de dissolution et d'altération des poussières cosmiques ou éoliennes, principalement volcaniques, ainsi que des petits organismes pélagiques; les seuls grains volumineux qu'on y rencontre sont les chondres cosmiques et des minéraux, d'un ou plusieurs centièmes de millimètre de diamètre, lancés par les volcans à une hauteur qui leur permet d'être transportés au loin, malgré leur vitesse de chute notable.

Les vents ordinaires, qui glissent sur des surfaces presque horizontales, sont impuissants à assurer le transport ascensionnel des sables les plus fins. Par contre, dans les tourbillons tels que les trombes, la région centrale, qui correspond à la dépression barométrique, est le siège d'un mouvement ascendant rapide dont la composante verticale atteint plusieurs mètres par seconde; les dimensions maxima des grains entraînés coïncident avec les valeurs que notre formule expérimentale permettrait de calculer. Les grains grossiers, déposés par les tourbillons aériens à la surface de la mer, descendent à travers l'eau avec une rapidité telle qu'ils concourent à la sédimentation. Le transport des sables, par les mouvements giratoires de l'atmosphère, intervient ainsi pour une large part dans la formation des sédiments de certaines régions océaniques sur la trajectoire de vents réguliers qui véhiculent de fréquents tourbillons originaires de contrées

sèches et sablonneuses ou volcaniques. Dans ce cas seulement, la sédimentation éolienne océanique acquiert quelque importance et s'exerce loin du rivage jusqu'à de grandes profondeurs ; mais elle est alors localisée.

II. Lorsqu'un grain passe de l'atmosphère dans l'Océan, il entraîne avec lui une pellicule gazeuze. On a voulu trouver dans ce fait la cause de l'aération des couches d'eau profondes. Mais le coefficient de solubilité de la pellicule gazeuse, soumise à des pressions croissantes, augmente si vite que, tout au moins pour les grains très fins, la dissolution des gaz est complète après un parcours de quelques dizaines de mètres dans l'eau. La quantité d'un gaz dissoute dans l'eau de mer est réglée par la pression propre de ce gaz à la surface de l'Océan; le gaz dissous se transmet par diffusion depuis les couches superficielles jusqu'aux couches profondes.

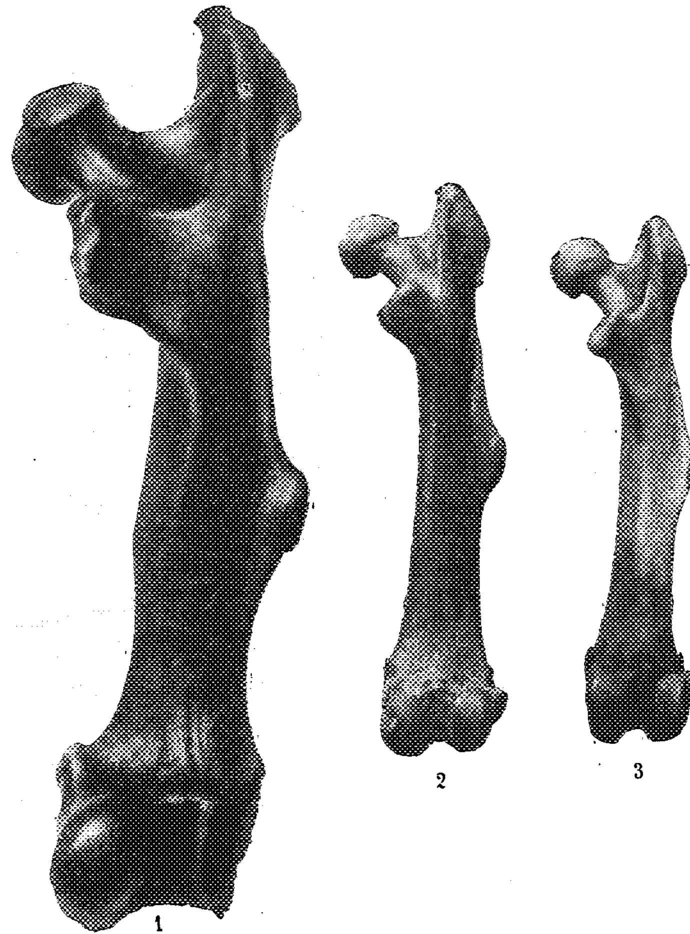
III. Les sels qui proviennent de l'évaporation des embruns demeurent dans l'air à l'état de cristaux microscopiques. S'il est vrai que les eaux douces salent la mer, il ne faut pas oublier qu'un apport continu de sels a lieu des océans vers les continents par l'intermédiaire du vent. Pour cette raison et pour plusieurs autres, toute hypothèse sur l'accroissement de salure des mers, durant les temps géologiques, semble devoir manquer de bases précises.

PALÉONTOLOGIE. — *Un nouvel exemple d'extinction de formes animales géantes voisines d'espèces actuelles.* Note de M. G. GRANDIDIER, présentée par M. Edmond Perrier.

Depuis quelques années, l'Académie malgache fait effectuer des fouilles à Ampasabazimba, riche gisement paléontologique situé à l'ouest de Tananarive, non loin du lac Itasy, c'est-à-dire en pleine région volcanique. De nombreux squelettes complets de mammifères et d'oiseaux ont été exhumés, parmi lesquels il faut citer en première ligne des grands Lémuriens (*Megaladapis*, *Palæopropithecus*, *Archæolemur*) et des *Æpyornis;* mais, contemporains de ces géants, vivaient dans les mêmes lieux d'autres animaux dont les débris plus rares n'ont pu être identifiés à Madagascar même, faute d'éléments de comparaison. Au cours de mon dernier voyage en 1910-1911, l'Académie malgache a bien voulu me confier ces documents et, parmi eux, j'ai trouvé le fémur d'un rongeur de grande taille qu'une étude minutieuse faite au Muséum de Paris m'a permis de rapporter au genre *Hypogeomys* et de

décrire comme une nouvelle espèce sous le nom d'*Hypogeomys Boulei* en hommage à M. Marcellin Boule, professeur de Paléontologie au Muséum.

On connaît donc maintenant trois espèces d'*Hypogeomys* toutes de Madagascar : l'*H. antimena* A. G., qui vit encore de nos jours sur les berges de la



Fémurs d'*Hypogeomys Boulei* (1), d'*H. australis* (2) et d'*H. antimena* (3).

Tsiribihina, non loin de la côte occidentale de l'île ; ses dimensions sont celles d'un gros rat ordinaire ; l'*H. australis* G. G., actuellement éteint et dont l'existence ne nous a été révélée que par des squelettes trouvés dans le sol des grottes d'Andrahomana, dans le sud-est de Madagascar ; cette espèce diffère peu de la précédente au point de vue de la taille ; enfin l'*H. Boulei* G. G., qui fait l'objet de cette Note. Le seul os de ce dernier animal que

nous connaissions, le fémur, présente une similitude morphologique telle avec l'os correspondant des autres *Hypogeomys* qu'il n'y a aucune hésitation à grouper ces trois rongeurs dans un même genre; seulement, comme le montre la figure ci-contre qui représente en grandeur naturelle les fémurs des trois espèces, l'*Hypogeomys Boulei* a des dimensions qui sont environ le double de celles des deux autres.

Les paléontologistes ont souvent constaté qu'à l'époque quaternaire et même à la fin de l'époque tertiaire ont vécu des animaux spécifiquement très voisins de nos animaux actuels, mais de beaucoup plus grande taille. Le fait est assez général pour qu'on en trouve des exemples dans presque tous les continents : c'est, en Europe, le cas célèbre du *Trogontherium* qui n'était qu'un castor géant; c'est, en Australie, le cas du *Diprotodon*, marsupial de taille énorme; c'est, dans l'Amérique du Sud, le cas du *Megatherium* et du *Glyptodon* que Cuvier désignait sous le nom de Paresseux et de Tatou gigantesques ; c'est enfin, dans les îles de la Malaisie, le cas de *Pithecanthrope* qui n'est, selon toute probabilité, comme l'a montré M. Boule, qu'un énorme gibbon. Or la découverte de l'*Hypogeomys Boulei* ajoute un nouvel exemple à cette série et confirme que la faune de Madagascar n'a pas échappé à cette règle, comme la présence des grands Lémuriens et des *Æpyornis* l'avait déjà fait pressentir.

OCÉANOGRAPHIE. — *La défense naturelle des rochers contre l'action destructive de la mer.* Note de M. **Parvu**, présentée par M. Edmond Perrier.

En suivant la côte bretonne de Roscoff jusqu'à Perros-Guirec, on constate que les nombreux rochers qui sont constamment battus par le flot ne présentent aucune usure. Et cependant le choc des lames représente une pression qui varie de 3500^{kg} à $35\,000^{kg}$ par mètre carré.

Quand on examine avec attention un rocher à la marée basse, on remarque que, s'il dépasse la hauteur de la marée haute, il présente deux couleurs différentes séparées par une ligne droite et parallèle à la surface de l'eau. La partie supérieure varie, comme teinte, d'un rocher à un autre : c'est la couleur propre du rocher.

Sa partie inférieure est d'un gris foncé uniforme pour tous les rochers. Cette nuance n'a aucune relation avec la nature du rocher.

Cette ligne de démarcation, que nous appelons *ligne grise supérieure*, est importante parce qu'elle monte à la même hauteur pour tous les rochers et

parce que, d'après elle, on peut préciser le point culminant du flux, et en effet la marée montante s'arrête là.

Les rochers qui ne dépassent pas en hauteur la ligne grise supérieure ont tous la même couleur. Cette couleur grise uniforme s'arrête en bas, au niveau de la marée basse ; c'est là qu'on aperçoit distinctement une deuxième ligne grise que nous appelons la *ligne grise inférieure*, aussi importante que la première, car la marée ne se retire jamais au delà de cette ligne.

Ces deux lignes, la ligne grise supérieure et la ligne grise inférieure, délimitent exactement une surface : la zone grise, qui n'est autre chose que l'espace qui sépare les deux marées.

La zone grise est la partie la plus intéressante du rocher : d'une part, parce que c'est l'endroit où les vagues peuvent l'attaquer; d'autre part, parce que c'est la surface de défense.

Cette zone grise occupe la partie du rocher qui est baignée par la mer, de la marée basse à la marée haute.

Cette carapace a une épaisseur variant de 5^{mm} à 15^{mm}. On peut dire que le maximum d'épaisseur se trouve entre la moitié et les $\frac{3}{4}$ de la hauteur de la marée, c'est-à-dire là où l'action de la lame est plus forte.

Le coquillage qui forme cette couche est un organisme vivant dont le corps est extrêmement petit et entouré d'une coque très résistante qui prend la forme d'un petit tube avec deux extrémités, l'une fixée sur le rocher, l'autre pourvue d'un opercule.

C'est un *Balanus balănoïdes* (de Linné) 1746, ordre des Cirrhipèdes, famille des Hexamérides. Il a été admirablement décrit par Darwin et surtout par M. Gruvel [1] au point de vue anatomique et physiologique. Nous pouvons ajouter que sa forme varie d'après son âge et la difficulté de résistance; sa particularité remarquable est cette adaptation à supporter des pressions qui varient entre 3000^{kg} et 33000^{kg}, et le fait qu'il ne pousse ni au-dessus de la ligne grise supérieure, ni au-dessous de la ligne grise inférieure, juste entre les deux marées.

On le trouve toujours sur des rochers et jamais sur les galets; le rocher lui fournit la possibilité de se fixer et à son tour rend le plus grand service par le fait que le rocher devient inattaquable. Il ne pousse nullement aux dépens du rocher qui ne lui donne que le point d'appui; la preuve est que l'on trouve des moules parfois couvertes complètement de ce coquillage qui n'a influencé en rien leur développement normal.

---

(1) *Monographie des Cirrhipèdes Theocostraces*, Masson, 1905.

Au point de vue de l'effet mécanique de la mer, nous pouvons affirmer qu'il est nul là où existe la zone grise. En effet les rochers ne présentent la moindre érosion; ils gardent absolument leur forme primitive, naturelle, avec les moindres détails et sont au contraire usés et arrondis là où ce processus de défense manque.

Mais ce fait est évident surtout quand on étudie les rochers à la marée basse; on constate alors que la partie qui se trouve au-dessus de la ligne grise supérieure est toujours réduite, beaucoup plus petite que le reste du rocher qui se trouve entre marée haute et marée basse, présente en général sur cette étendue le même diamètre. La ligne grise supérieure marque l'endroit où le processus de défense commence.

A priori l'effet le plus grand de la lame devrait se produire là où nous trouvons le rocher absolument intact.

Il est évident que cette couche de coquillage absorbe l'effet de la lame par son épaisseur et par son irrégularité.

Nous avons pu examiner des rochers qui se trouvent à une distance de 20^{km} et 25^{km} de la côte. Cette distance nous donne une idée de leur âge et de leur résistance, et nous avons constaté que la zone grise, la surface de défense entoure de tous les côtés le rocher, les vagues ne peuvent les détruire.

Conclusion. — La surface entre la marée haute et la marée basse, c'est-à-dire la surface où l'action de la lame doit s'exercer, est couverte d'une couche de carapaces calcaires d'êtres vivants, qui forme une couche continue. Cette couche défend le rocher par sa constitution extrêmement résistante, par son architecture canaliculaire et irrégulière d'une part, disperse la force de la lame; d'autre part, par sa hauteur et sa rugosité, la réduit au minimum, ainsi que son action destructive est nulle [1].

M. **E.-A. Martel** adresse une Note intitulée : *Sur les projets de barrage du cañon du Rhône* (*Ain*).

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

---

[1] M. Latapie nous a confirmé qu'il avait observé la même préservation des rochers contre l'usure de la mer pendant son séjour en Australie.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son Doyen, M. A. Lacroix, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *A. Michel Lévy* :

En première ligne.	M. **Haug**
En seconde ligne, par ordre alphabétique.	MM. **Boule** **De Launay**
En troisième ligne, par ordre alphabétique.	MM. **Bergeron** **Cayeux** **Gaubert**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 29 janvier 1912.)

Note de M. *A. Colson*, La théorie des dissolutions vis-à-vis de l'expérience (cas du peroxyde d'azote) :

Page 277, dernière ligne, *au lieu de* la vitesse moléculaire moyenne, *lire* l'énergie moléculaire moyenne.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 5 Février 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

COMMISSIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 6.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 7 (12 Février 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances le l'Académie* se composent des extraits des travaux le ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a [8 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre u par un Associé étranger de l'Académie comprennent u plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même imite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par es Correspondants de l'Académie comprennent au lus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner lus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris art désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent édiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont s donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne réjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de re, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie ont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les poser au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En annonçant la mort de *Lord Lister*, Associé étranger de l'Académie, M. le **Président** s'exprime ainsi :

Un de nos Associés étrangers, un chirurgien, le plus illustre peut-être et le plus justement illustre de tous, nous est enlevé : Joseph Lister vient de mourir à l'âge de 84 ans; l'état de sa santé inquiétait depuis longtemps ses amis.

On est aujourd'hui si habitué à la pratique et aux bienfaits de l'antisepsie chirurgicale due à Lister, que pour comprendre l'importance de la révolution qu'on lui doit, il faut se reporter aux souvenirs et aux statistiques de la chirurgie d'autrefois.

Quand le jeune Lister débuta à l'Infirmerie royale de Glascow, en 1835, il y trouva, comme partout, la gangrène des hôpitaux qui faisait rage, l'infection purulente qui s'attaquait à des plaies sans gravité par elles-mêmes; il lui arriva de perdre en une semaine cinq opérés emportés par la pyémie après du traumatisme léger. En ce temps, il n'y avait pas d'opérations sans dangers; tout chirurgien, en entamant la peau du malade, pouvait craindre d'ouvrir une porte à la mort. La mortalité dont Lister fut témoin le découragea un moment; il déclara un jour, dit-on, qu'il n'était pas fait pour le métier. Assurément il se trompait. Ensuite, se ressaisissant, il se dit : « Il doit y avoir un remède »; ce remède, il l'a trouvé.

En 1870, il publia sa célèbre *Chirurgie antiseptique et Théorie des germes*. Lister avait mis quinze ans à créer la nouvelle technique; en moins de dix ans tous les chirurgiens l'avaient adoptée.

On sait comment Lister étendit l'idée de Pasteur. Il pensa que les redoutables « complications » présentées par les plaies sont des maladies microbiennes. Il eut donc recours à l'antisepsie, à l'asepsie; il protégea les tissus dénudés, comme Pasteur protégeait ses bouillons de culture, contre le microbe errant; il établit les règles d'une technique complète, régulière, encore suivie aujourd'hui avec peu de modifications.

Le problème attaqué par Lister présentait d'ailleurs des difficultés spéciales. Pasteur pouvait stériliser ses bouillons de culture par l'ébullition, puis les conserver *in vitro*. Pour les applications chirurgicales, il importait au contraire de ménager les tissus, de ne pas troubler leurs fonctions vitales et, en même temps, de les laisser accessibles à l'intervention chirurgicale. Lister a résolu ce problème complexe dans tous ses détails.

Du même coup, Lister montrait que les tissus sains se guérissent d'eux-mêmes, que les plaies se réunissent automatiquement, qu'on pouvait compter sur la puissance régénératrice des tissus, pourvu qu'on ait écarté le danger microbien. C'est au point de vue physiologique une vérité de premier ordre. Au point de vue chirurgical, c'était la précision introduite dans un domaine où il avait fallu compter avec le hasard. Désormais, il y eut des opérations qu'on pouvait considérer comme bénignes. L'opérateur est désormais en mesure de calculer lui-même la hardiesse de son intervention ; en se réglant sur les données de l'anatomie et de la physiologie, il peut se demander jusqu'où il peut et doit conduire son instrument.

Lister a toujours travaillé avec méthode ; son laboratoire était toujours derrière son amphithéâtre. On lui doit de nombreux travaux sur la fermentation du lait, sur la fermentation du sang, sur l'action exercée par les antiseptiques sur le caillot sanguin, sur les anesthésiques, etc. On lui doit encore la découverte d'une propriété générale des tissus vivants : c'est de tolérer la présence de corps étrangers pourvu que ceux-ci soient aseptisés. Tantôt le corps étranger reste en place, tantôt il est résorbé (fil de catgut) sans causer d'accidents.

Il est simplement impossible de faire la statistique du nombre d'existences humaines que, par son invention, Lister a sauvées dans le passé et sauvera dans l'avenir. Nélaton s'écriait qu'il faudrait élever une statue d'or à l'homme qui a supprimé l'infection purulente. Il avait raison. Mais la statistique dont je parlais serait pour Lister un monument plus vivant et plus impérissable que ne pourrait l'être une statue d'or.

Notre grand confrère anglais appartenait à notre Académie depuis 1893.

PHYSIOLOGIE. — *Sur un sphygmo-oscillographe optique.* Note de M. **Ch. Bouchard.**

Au cours d'essais que j'avais entrepris en vue de la détermination de la tension moyenne du sang dans les artères périphériques, essais auxquels M. Balthazard s'est associé en 1901, que nous avions abandonnés puis repris et que nous poursuivons depuis l'année dernière, j'avais eu la pensée de diminuer autant que possible l'inertie du sphygmographe de Marey. La modification devait porter principalement sur le style et sur les divers leviers et ressorts qui le font mouvoir. Je pensais y arriver par l'enregistrement photographique. De même pour l'oscillomètre de Pachon quand il apporta à la médecine son précieux concours.

Mon projet était de faire osciller entre deux glaces parallèles l'aiguille de l'oscillomètre et de recueillir l'ombre de cette aiguille sur un papier sensible qui se déplacerait derrière la glace inférieure et qui serait protégé contre la lumière partout, sauf sur une fente perpendiculaire à la direction de l'aiguille.

Ce projet que je soumis à mon collègue et ami M. G. Weiss fut modifié par lui, considérablement simplifié, et a abouti à la construction de l'appareil dont je me sers depuis le commencement de décembre 1911. Je pensais l'employer comme sphygmographe, mais il peut se prêter aux divers besoins auxquels s'adapte le sphygmo-oscillomètre de Pachon. Cet appareil, qu'on peut nommer *sphygmo-oscillographe optique*, est composé essentiellement d'un brassard en caoutchouc qu'on applique autour du bras, ou de toute autre partie d'un membre, et dans lequel on comprime, à l'aide d'une pompe, de l'air en communication avec un manomètre et avec la cavité d'une caisse étanche à l'intérieur de laquelle se trouve un tambour de Marey. Ce tambour peut être mis en communication à la fois avec la caisse et avec le brassard ou exclusivement avec le brassard. Au centre de sa membrane est appliqué un petit miroir très léger. La caisse porte au regard de ce miroir un trou obturé par une glace. La caisse et le miroir sont placés verticalement.

Une source de lumière assez puissante, aveuglée par un capuchon fermé, envoie à la surface du miroir un faisceau lumineux rendu convergent par une lentille, et qui, après réflexion, se termine, à son foyer, par un point très lumineux et très fin, sur un cylindre de carton non transparent où l'on

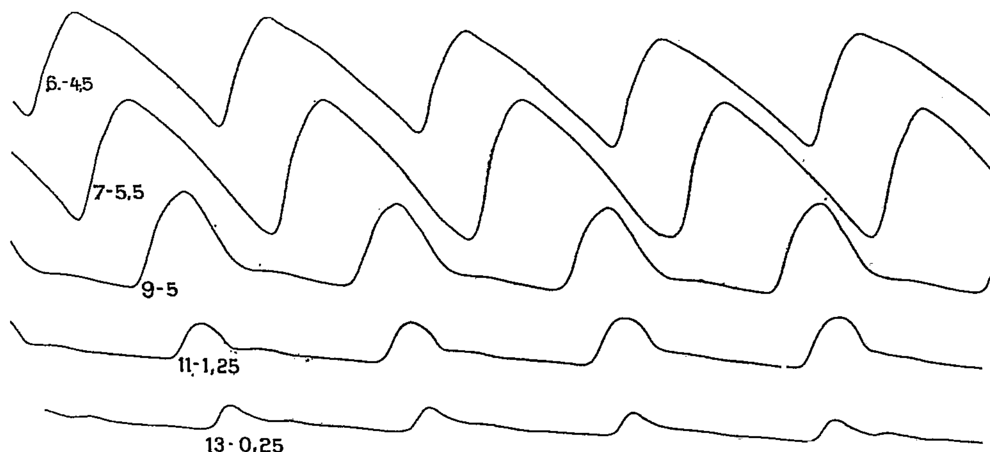
a pratiqué une fenêtre linéaire très étroite et horizontale. Dans ce cylindre se déroule, avec une vitesse déterminée, une feuille photographique. Les variations de tension de l'air dans le tambour, correspondant aux variations de volume du segment de membre compris dans le brassard, impriment à la membrane de très légers mouvements qui communiquent au miroir des oscillations autour d'un axe vertical, de sorte que le foyer lumineux glisse horizontalement le long de la fente du cylindre.

Quand on veut faire fonctionner l'appareil, on introduit de l'air dans le système jusqu'à ce que la contre-pression indiquée par le manomètre soit, suivant toute vraisemblance, supérieure à la pression sanguine. S'il en est ainsi, le foyer lumineux reste immobile quand on isole le tambour de la caisse. On laisse échapper un peu d'air, et l'on diminue ainsi la pression dans le système jusqu'à ce que l'on commence à percevoir à chaque pulsation une très légère déviation du point lumineux. On lit au manomètre le degré de la pression maxima. On permet alors à la lumière de frapper la bande photographique en mouvement et l'on inscrit quelques pulsations. Puis on arrête le mouvement et la pénétration de la lumière et on laisse échapper de l'air de façon à abaisser de 1^{cm} de mercure la contre-pression. On impressionne la bande sensible. On continue ainsi, en suivant les indications de Pachon, jusqu'à une contre-pression qui soit très vraisemblablement inférieure à la pression minima du sang. Après développement, on constate que le tracé sphygmographique de chaque onde est, pour la contre-pression la plus haute, très peu élevé et très court ou, si l'on veut, de très faible durée. Ce tracé s'élève et s'élargit à mesure que la contre-pression diminue; mais la fin de la courbe descendante va graduellement en se rapprochant de l'horizontale. Enfin, on a un tracé où la ligne de descente rapide se relève brusquement pour former la ligne ascendante de la pulsation suivante.

Ces deux lignes marquant, à leur intersection, la fin d'une pulsation et le commencement de la pulsation suivante, forment un *angle aigu* qui est la marque de la tension artérielle minima; car, dans ce cas, la tension du sang dans l'artère monte brusquement au-dessus de la contre-pression dès que la pulsation commence, et n'y revient, à l'instant où cette pulsation finit, que pour remonter aussitôt.

On connaît le nombre des pulsations par minute, la hauteur en centimètres de la pression maxima du sang, la distance en centimètres entre le point du tracé sphygmographique où commence la pulsation et le point où elle finit, la surface en centimètres carrés comprise entre la ligne horizon-

tale qui relie ces deux points et la ligne onduleuse sphygmographique qui les relie également, surface que l'amplitude de la figure permet de mesurer directement avec le planimètre. De ces données, on déduit facilement la



Tracé pris avec le sphygmo-oscillographe optique.
L. M., 50 ans; 66 pulsations par seconde; pression maxima, 15cm de mercure.
Les chiffres à gauche des courbes indiquent la valeur de la contre-pression et celle des oscillations de l'appareil de Pachon.

tension artérielle moyenne et d'autres particularités qui intéressent la mécanique de la circulation.

Mais cet appareil, dont la précision et la délicatesse sont extrêmes, ne saurait être d'un emploi courant; il trouve actuellement sa place plutôt dans le laboratoire que dans le cabinet du médecin. Nous indiquerons prochainement, à l'occasion de la description d'un autre appareil que nous avons imaginé avec M. Balthazard, la formule des calculs et les principes sur lesquels ils reposent.

M. **Ch. Lallemand** présente à l'Académie, de la part du War Office d'Angleterre, deux nouvelles feuilles de la Carte du monde au millionième, éditées par la Section géographique de l'État-Major général et relatives, l'une à la Turquie d'Europe (feuille de Constantinople), l'autre à l'Afrique du Sud (feuille de Kenhardt).

M. **Charles Barrois** fait hommage à l'Académie d'une *Notice nécrologique sur A. Michel Lévy*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *A. Michel Lévy*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 60,

M. De Launay obtient	....	29 suffrages
M. Haug »	....	24 »
M. Boule »	....	5 »
M. Depéret »	....	1 suffrage

Il y a 1 bulletin blanc.

Au deuxième tour de scrutin, le nombre de votants étant 60,

M. De Launay obtient	....	34 suffrages
M. Haug »	....	26 »

M. **De Launay**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1912.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Zoologie : *Prix Savigny*, *Da Gama Machado*, *Thore*. — MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Bouvier, Henneguy, Grandidier, Müntz, le prince Roland Bonaparte.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Laveran, Douvillé.

Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon*, *Barbier*, *Bréant*, *Godard*, *du baron Larrey*, *Bellion*, *Mège*. — MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Guignard, Delage.

Physiologie : *Prix Montyon* (Physiologie expérimentale), *Philipeaux*, *Lallemand*, *La Caze*, *Martin-Damourette*, *Pourat*. — MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Perrier, Guignard.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de prix Pourat* pour l'année 1914.

Prix Montyon (Statistique). — MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Darboux, Poincaré, Carnot, Alfred Picard, le prince Roland Bonaparte.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Labbé, Tisserand.

Prix Binoux (Histoire des Sciences). — MM. Ph. van Tieghem, Darboux, Grandidier, Poincaré, Émile Picard, Guyou, Bouvier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Alfred Picard, Bigourdan.

Médaille Arago, *Médaille Lavoisier*, *Médaille Berthelot*. — MM. Lippmann, Guyon, Darboux, Ph. van Tieghem.

Prix Gegner, *Lannelongue*, *Gustave Roux*, *Trémont*. — MM. Lippmann, Guyon, Darboux, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Zeiller.

Prix Wilde. — MM. Ph. van Tieghem, Darboux, Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Violle, Baillaud.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Lemoine, Termier.

Prix Lonchampt. — MM. Bouchard, Guignard, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre, Mangin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. Chauveau, Perrier.

CORRESPONDANCE.

M. **Hildebrand Hildebrandsson**, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, adresse des remercîments à l'Académie.

MM. **F. Boquet**, **Ch. Nordmann**, **Pierre Puiseux**, **M. Simonin** prient l'Académie de bien vouloir les compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Radau*.

M. **Maurice Piettre** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Prof. G.-B. de Toni. *Edoardo Bornet* (1828-1911).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de* 1911. Note de M. **J. Guillaume**.

La surface solaire a été observée 55 jours pendant ce trimestre, et il en résulte les principaux faits qui suivent :

Taches. — L'aire totale tachée est restée sensiblement la même que dans le troisième trimestre, avec 214 millionièmes au lieu de 221, malgré un nombre de groupes moindre de moitié : 6 groupes au lieu de 13 précédemment.

Cette diminution du nombre des groupes a été plus forte dans l'hémisphère boréal que dans l'autre hémisphère : on a noté, en effet, 2 groupes au nord au lieu de 7, et 4 au sud au lieu de 6. D'ailleurs, de même qu'en janvier de 1911, aucune tache n'a été notée au nord de l'équateur pendant le mois de décembre.

Le disque du Soleil s'est montré dépourvu de taches dans 37 jours d'observations, d'où il résulte un nombre proportionnel trimestriel de 0,67 au lieu de 0,57.

Régions d'activité. — Les facules ont diminué environ de moitié, tant en nombre qu'en superficie : on a enregistré, effectivement, 29 groupes et 11,4 millièmes au lieu de 55 groupes et 26,2 millièmes.

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on compte 16 groupes au sud au lieu de 33, et 13 groupes au nord au lieu de 22.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre. — 0,79.			
2-7	4	6,8		+7	50
1-4	3	31,9	−1		15
	19 j.		−1°	+7°	
		Novembre. — 0,52.			
11	1	12,0	−8		3
21-29	6	27,0	−2		112
	21 j.		−5°,0	»	
		Décembre. — 0,73.			
21-24	3	22,2	−14		25
29	1	24,9		+7	9
	15 j.		−14°	+7°	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1911.	Sud. 90°–40°.	Sud. 40°–30°.	Sud. 30°–20°.	Sud. 20°–10°.	Sud. 10°–0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°–10°.	Nord. 10°–20°.	Nord. 20°–30°.	Nord. 30°–40°.	Nord. 40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	»	»	»	1	1	1	1	»	»	»	»	2	65
Novembre...	»	»	»	»	2	2	»	»	»	»	»	»	2	115
Décembre...	»	»	»	1	»	1	1	1	»	»	»	»	2	34
Totaux....	»	»	»	1	3	4	2	2	»	»	»	»	6	214

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1911.	Sud. 90°–40°.	Sud. 40°–30°.	Sud. 30°–20°.	Sud. 20°–10°.	Sud. 10°–0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°–10°.	Nord. 10°–20°.	Nord. 20°–30°.	Nord. 30°–40°.	Nord. 40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre.....	»	1	»	»	4	5	7	5	1	»	»	1	12	3,9
Novembre...	1	1	»	2	3	7	4	2	»	1	»	1	11	5,0
Décembre...	»	»	»	2	2	4	2	1	1	»	»	»	6	2,5
Totaux....	1	2	»	4	9	16	13	8	2	1	»	2	29	11.4

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les théorèmes fondamentaux de la théorie des fonctions de variables réelles*. Note de M. **Émile Borel**.

J'ai indiqué, dans mes *Leçons sur la théorie des fonctions*, comment on pouvait mesurer certains ensembles en partant d'intervalles et arrivant à des ensembles de plus en plus compliqués, au moyen de passages à la limite successifs. Puis sont venues les belles recherches originales de M. Lebesgue. Mais je n'ai jamais abandonné mon point de vue primitif; le moment me semble venu de publier une exposition d'ensemble dans laquelle les résultats les plus importants déjà acquis dans la théorie des fonctions de variables réelles, et d'autres résultats nouveaux, sont obtenus par une voie directe, assez simple et assez élémentaire pour pouvoir prendre place dans tous les cours d'analyse. Je résume brièvement la marche suivie [1] : le Mémoire détaillé paraîtra prochainement dans un autre Recueil.

J'appelle *ensemble élémentaire* l'ensemble des points intérieurs à un intervalle (ou à un rectangle dans le plan, etc.); un *domaine simple* est la réunion d'un nombre fini d'ensembles élémentaires.

---

[1] Voir aussi mes Notes du 7 décembre 1903, des 14 et 28 février 1910 et du 6 mars 1911.

J'ai souvent attiré l'attention sur le :

Premier théorème fondamental. — *Si tous les points d'un domaine borné et fermé* D *sont intérieurs à l'un des ensembles élémentaires* $A_1, A_2, \ldots, A_n, \ldots,$ *ils sont tous intérieurs à un domaine simple formé de certains de ces ensembles.*

En abrégé : *eu égard aux ensembles bornés et fermés, une infinité d'ensembles élémentaires équivaut à un domaine simple.*

J'appelle ensemble *bien défini* tout ensemble élémentaire et tout ensemble qui, dans un domaine borné D, peut être obtenu par la répétition illimitée des deux opérations suivantes :

1° Somme d'une infinité d'ensembles (déjà définis) sans partie commune;

2° Différence de deux ensembles (déjà définis) dont l'un contient l'autre.

La mesure d'un ensemble bien défini s'obtient, par définition, au moyen des opérations même par lesquelles on le construit ([1]). Si l'on cherche à calculer effectivement cette mesure, il est naturel de se donner une limite de l'approximation désirée; on est ainsi conduit au :

Second théorème fondamental. — *Étant donné un ensemble bien défini quelconque* E *et un nombre* ε *arbitrairement petit, on peut construire un domaine simple* D *tel que l'ensemble des points de* E *qui n'appartiennent pas à* D *et des points de* D *qui n'appartiennent pas à* E *soit compris à l'intérieur d'ensembles élémentaires d'étendue totale inférieure à* ε.

En abrégé, *tout ensemble bien défini équivaut à un domaine simple, à* ε *près.*

Les mêmes méthodes, appliquées à l'étude des fonctions de variables réelles, conduisent au :

Troisième théorème fondamental ([2]). — *Étant donnée une fonction bornée* F *définissable analytiquement et deux nombres arbitrairement petits* ε *et* α, *on peut trouver un polynome* P *tel que l'ensemble des points où la valeur absolue de la différence entre* F *et* P *est supérieure à* ε *puisse être enfermé dans des ensembles élémentaires de mesure totale inférieure à* α.

---

(1) L'opération qui consiste à prendre la partie commune à deux ensembles bien définis conduit aussi à des ensembles bien définis; mais, pour mesurer l'un d'eux, il faut ramener sa définition aux deux opérations simples (ce qui est toujours possible).

(2) Ce théorème se déduit de ceux que j'ai énoncés dans ma Note du 7 décembre 1903 au moyen des travaux de M. Lebesgue et du théorème fondamental de Weierstrass; mais je suis actuellement la marche inverse, en l'établissant directement.

En abrégé, *toute fonction équivaut à un polynome, à* DEUX ε *près* (un ε différence et un ε domaine).

C'est sur les deux derniers théorèmes fondamentaux que je base la *définition* et l'étude des intégrales des fonctions bornées. Une suite bornée de polynomes P_n est asymptotiquement convergente si la mesure des domaines algébriques, où la différence $|P_n - P_m|$ est inférieure à ε, tend vers zéro quel que soit ε lorsque n et m croissent indéfiniment.

L'intégrale d'une fonction se définit comme la limite de l'intégrale d'une suite de polynomes asymptotiquement convergente, le champ d'intégration étant une suite asymptotiquement convergente de domaines simples (on fait varier d'abord les polynomes, puis le champ d'intégration).

Toutes les opérations sur les fonctions bornées auxquelles s'applique une proposition analogue au premier théorème de la moyenne (équations différentielles, intégrales, intégro-différentielles, etc.) se ramènent à des opérations sur des suites de polynomes asymptotiquement convergentes, opérations qui conduisent en général [1] à des suites uniformément convergentes.

On sait que l'on peut considérer les fonctions non bornées et les domaines infinis comme des cas limites des fonctions bornées et des domaines finis, mais il y a lieu d'étudier, dans chaque cas, des conditions supplémentaires de convergence, conditions non toujours vérifiées.

Il est à peine besoin de faire observer que les considérations précédentes s'appliquent à toutes les fonctions introduites jusqu'ici en analyse, sauf peut-être aux fonctions non définissables analytiquement de M. Lebesgue.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles de la Géométrie.* Note de M. JULES DRACH.

La théorie d'intégration, que j'ai développée sous le nom de *théorie de la rationalité* ou *intégration logique*, donne pour les équations différentielles de la Géométrie *des méthodes régulières permettant de prévoir des réductions dans la difficulté de l'intégration*, c'est-à-dire une réduction du groupe de rationalité. On ramène ainsi des propositions classiques, dues à l'ingéniosité

(1) La seule difficulté provient, *dans le cas où interviennent des divisions*, de ce que le diviseur peut tendre vers zéro ; on sait que c'est là le point capital de la méthode de Fredholm.

des géomètres, à leur source analytique commune, et l'on peut, sans difficulté, en indiquer de nouvelles.

1. Je me bornerai ici aux équations du premier ordre,

$$dv = m\,du, \tag{1}$$

où m est une fonction *donnée* de u et v. *Supposons que l'on connaisse pour les courbes* $\varphi(u, v) =$ const. *qui satisfont à l'équation* (1) *une propriété géométrique : de quelle utilité cette connaissance peut-elle être pour l'intégration de* (1)?

Considérons d'abord le cas où ces courbes étant tracées sur une surface (S) d'élément linéaire

$$ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2,$$

la propriété géométrique en question se conserve par une déformation continue de (S); elle s'exprime alors par une relation

$$\mathrm{R}[\varphi, \mathrm{I}_1(\varphi), \mathrm{I}_2(\varphi), \ldots, \Omega, \mathrm{I}_1(\Omega), \ldots] = 0 \tag{2}$$

entre les invariants de Beltrami de la fonction φ et les invariants *absolus* (ou de Minding), déduits de la courbure totale Ω par les opérations Δ, Δ_2, ... Cette relation peut être regardée comme une *forme réduite* de

$$\mathrm{R}[\Phi, \mathrm{I}_1(\Phi), \mathrm{I}_2(\Phi), \ldots, \Omega, \mathrm{I}_1(\Omega), \ldots] = 0,$$

où Φ est une fonction arbitraire de φ.

Si la relation (3) ne dépend pas effectivement de $\Phi(\varphi)$, nous ne tirons aucun parti de la connaissance de (2); elle est simplement l'équation aux dérivées partielles qui définit le rapport

$$m = -\frac{\dfrac{\partial\varphi}{\partial u}}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial v}}.$$

Exemples : La relation $\Delta\varphi = 0$; la relation $\frac{1}{\rho_\varphi} = \mathscr{F}(\Omega, \Delta(\Omega), \ldots)$ où $\frac{1}{\rho_\varphi}$ est la courbure géodésique de la courbe $\varphi =$ const. et $\mathscr{F}$ une fonction quelconque des invariants absolus; la relation qui exprime que (1) définit des asymptotiques de l'une des déformées de (S).

2. Si la forme (3) renferme Φ, Φ', Φ'', ..., en l'identifiant à l'une de ses réduites, obtenues en particularisant Φ, on a un système différentiel qui définit Φ, Φ', $\frac{\Phi''}{\Phi'}$ ou

$\frac{\Phi'''}{\Phi'} - \frac{3}{2}\left(\frac{\Phi''}{\Phi'}\right)^2$. Suivant les cas, on déduit de (3) par une méthode régulière [formation des conditions d'intégrabilité de (1) et (3), c'est-à-dire application de l'opération $X(f) = \frac{\partial f}{\partial u} + m\frac{\partial f}{\partial v}$], une équation qui définit implicitement

$$\varphi, \quad \frac{\partial\varphi}{\partial v}, \quad \frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} : \frac{\partial\varphi}{\partial v} \qquad \text{ou} \qquad \frac{\dfrac{\partial^3\varphi}{\partial v^3}}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial v}} - \frac{3}{2}\left(\frac{\dfrac{\partial^2\varphi}{\partial v^2}}{\dfrac{\partial\varphi}{\partial v}}\right)^2$$

et dont les autres sont des conséquences. On peut donc ajouter à (1) une des équations

$$\varphi = \mathcal{R}, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial v} = \text{K}, \qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} = \text{J}\frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad \frac{\partial\varphi}{\partial v}\frac{\partial^3\varphi}{\partial v^3} - \frac{3}{2}\left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2}\right)^2 = \text{I}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial v}\right)^2,$$

où $\mathcal{R}$, K, J, I sont connus sans intégration; les équations qui définissent m sont respectivement

$$X(\mathcal{R}) = 0, \qquad X(\text{K}) + \text{K}\frac{\partial m}{\partial v} = 0, \qquad X(\text{J}) + \text{J}\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial^2 m}{\partial v^2} = 0$$

et

$$X(\text{I}) + 2\text{I}\frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial^3 m}{\partial v^3} = 0.$$

En supposant que les fonctions qui figurent dans (1) ou dans (3) sont définies de manière à faire partie d'un *domaine de rationalité* déterminé, on pourra préciser dans ce domaine la réduction ultérieure de l'intégration.

Remarque. — Tout ceci s'applique uniquement aux solutions *propres* de (2), qui ne vérifient aucune relation d'ordre moindre par rapport aux dérivées de φ; cette relation (2) peut posséder des solutions particulières *impropres* qui se traiteront par la même méthode, mais peuvent conduire à des conclusions différentes.

Ainsi $\Delta_2\varphi = 0$ peut posséder des solutions de $\Delta(\varphi) = 1$; pour les solutions propres on connaît J, pour les dernières on connaît K.

Exemples : La relation $\frac{1}{\rho_\varphi} = \varphi\mathcal{F}(\Omega, \Delta(\Omega), \ldots)$ donne φ en même temps que m. On a sans intégration les lignes qui, pour une déformée de (S), sont sur des sphères concentriques; pour celles qui sont dans des plans parallèles on connaît $\frac{\partial\varphi}{\partial v} = \text{K}$, sauf si ces plans sont isotropes, auquel cas on ne connaît que

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} : \frac{\partial\varphi}{\partial v} = \text{J}.$$

La relation $\Delta_2\varphi = \mathcal{F}\left[\Omega, \Delta(\Omega), \ldots, \frac{1}{\rho_\varphi}, \ldots\right]$ donne $\frac{\partial\varphi}{\partial v}$, c'est-à-dire un multiplicateur de (1); les relations $\Delta(\varphi, \Delta_2\varphi) = 0$ ou $\Delta\Delta\varphi = 0$ donnent seulement $\frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} : \frac{\partial\varphi}{\partial v}$,

c'est-à-dire la dérivée du logarithme d'un multiplicateur. Enfin,

$$\Delta(\varphi, \Delta_2\varphi) - \frac{1}{2}(\Delta_2\varphi)^2 - \frac{1}{4}\left[\frac{\Delta(\varphi, \Delta\varphi)}{\Delta\varphi}\right]^2 = 0$$

ne donne que

$$\frac{\frac{\partial^3\varphi}{\partial v^2}}{\frac{\partial\varphi}{\partial v}} - \frac{3}{2}\left(\frac{\frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2}}{\frac{\partial\varphi}{\partial v}}\right)^2 = 1;$$

l'intégration de (1) est réduite à celle d'un système de deux équations de Riccati.

3. Ce qui est essentiel est l'intervention du groupe $\Phi = \Phi(\varphi)$; on peut appliquer la méthode à une propriété géométrique quelconque du faisceau de courbes $\varphi = \text{const.}$ en introduisant les *invariants métriques correspondants*.

Par exemple, si (1) définit des lignes planes, ou sphériques, ou tracées sur des surfaces algébriques de degré connu, on les obtient sans intégration. On connaît $\frac{\partial\varphi}{\partial v}$ pour les lignes telles que la dérivée de φ suivant la direction conjuguée de la tangente à $\varphi = \text{const.}$ est une fonction de φ (sauf si cette fonction est nulle); on connaît $\frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} : \frac{\partial\varphi}{\partial v}$ pour les lignes qui satisfont à $\Delta_2\varphi = 0$, Δ_2 étant construit avec la forme $D\,du^2 + 2D'\,du\,dv + D''\,dv^2$, etc.

Ce que nous disons des lignes s'applique aux surfaces $f(x, y, z) = \text{const.}$, quand f est déterminé par un système jacobien connu à une solution.

4. Enfin les mêmes principes conduisent, *mutatis mutandis*, à de nombreuses conséquences relatives aux équations différentielles des congruences (ou des complexes) de courbes ou de surfaces; les groupes qui interviennent sont alors à deux ou trois variables.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur le théorème d'existence pour les fonctions algébriques de deux variables indépendantes.* Note (1) de M. **Federigo Enriques**, présentée par M. Émile Picard.

On sait que le *théorème d'existence* de *Riemann*, joue un rôle essentiel dans la théorie des fonctions algébriques d'une variable. D'après ce théorème, on peut se donner à volonté, suivant un ordre donné, les

$$2m = 2n + 2p - 2$$

(1) Présentée dans la séance du 22 janvier 1912.

points de diramation d'une fonction $y(x)$, à n branches, de genre p, et fixer aussi les transpositions correspondant entre les branches $y_1, y_2, \ldots, y_n$, de façon que ces transpositions forment un groupe transitif et que leur produit soit l'identité ; il existera une classe correspondante de fonctions algébriques $y(x)$, ou si l'on aime mieux une fonction irréductible, définie en faisant abstraction des transformations rationnelles.

Il y a lieu de poser une question analogue pour les fonctions algébriques de deux variables :

$$z(xy).$$

Soit

$$F(xyz) = 0$$

une équation algébrique de degré n (> 1) en z et considérons la fonction à n branches $z(xy)$ qui se trouve définie par cette équation. Il y aura en général un *lieu de points de diramation*

$$f(xy) = 0,$$

qu'on peut considérer comme une *courbe* du plan (xy), dans le sens de la géométrie algébrique, ou, si l'on aime mieux, comme une surface appartenant à l'espace à 4 dimensions qui fournit la représentation des points complexes du plan (xy).

La question se pose maintenant de *construire la fonction* $z(xy)$, *étant donnée* a priori *la courbe* de diramation

$$f(xy) = 0.$$

Mais une difficulté se présente qui n'a pas d'analogue dans le cas des fonctions d'une variable. C'est que, *pour* $n > 2$, *une courbe*

$$f(xy) = 0$$

donnée arbitrairement ne saurait constituer la courbe de diramation totale pour une fonction algébrique $z(xy)$ *à* n *branches.*

C'est ce qu'on reconnaît aisément parce que, étant donnés les caractères invariants $(p_a, p^{(1)})$ de l'équation

$$F(xyz) = 0,$$

on trouve en général que la courbe

$$f(xy) = 0$$

a un certain nombre de nœuds qui est > 0 pour $n > 3$, et un certain nombre

de points de rebroussement qui est > 0 pour $n > 2$, ces nombres pouvant être calculés à l'aide de formules connues.

En examinant de plus près la question, on trouve même que deux courbes

$$f(xy) = 0, \qquad \varphi(xy) = 0,$$

du même ordre, douées du même nombre de nœuds et de points de rebroussement, pourraient être déterminées de façon que $f = 0$ soit la courbe de diramation d'une fonction algébrique $z(xy)$, tandis qu'il n'existe pas une fonction $z(xy)$ ayant ponr courbe de diramation $\varphi = 0$.

La question de déterminer les conditions d'existence d'une fonction algébrique $z(xy)$ ayant une courbe de diramation donnée

$$f(xy) = 0,$$

peut être résolue par l'analyse du groupe de monodromie de la fonction $y(x)$. On supposera en général que la courbe $f = 0$ soit d'un certain ordre pair $2m$, et qu'elle possède un certain nombre de points doubles, en distinguant les nœuds et les points de rebroussement; on exclura qu'il y ait des singularités plus élevées, et en même temps que la courbe ait une position particulière par rapport à la droite à l'infini ou aux axes x, y du plan (xy). Ce sont là des conditions qui ne diminuent pas, d'une manière essentielle, la généralité du problème.

Ces hypothèses étant satisfaites, il y aura lieu de considérer deux sortes de points de diramation de la fonction $y(x)$:

1° Les points de diramation *simples*, qui correspondent aux droites parallèles à l'axe y qui sont tangentes à $f = 0$ en un point simple;

2° Les points de diramation correspondant aux points de rebroussement de $f = 0$.

S'il existe une fonction algébrique irréductible $z(xy)$, à n (> 2) branches $z_1, z_2, \ldots, z_n$, correspondant à la courbe de diramation $f(xy) = 0$, on aura d'abord

$$2m = 2n + 2p - 2 \qquad (p \geqq 0)$$

et les conditions suivantes se trouveront satisfaites :

I. Les transpositions entre les $2m$ branches de $y(x)$, correspondant aux points de diramation simples (1°), engendreront un *groupe intransitif;* d'une manière plus précise les $2m$ branches $y_1, y_2, \ldots, y_{2m}$ se partageront par rapport à ce groupe en un *certain nombre*

$$\rho \geqq n - 1$$

de systèmes d'intransitivité, comprenant respectivement $+t_1, +t_2, \ldots, +t_\rho$ éléments, où

$$t_1+t_2+\ldots+t_\rho = 2m.$$

II. A ces ρ systèmes d'intransitivité, on pourra faire correspondre ρ couples de nombres entiers (is), compris parmi les nombres

$$1, \quad 2, \quad \ldots, \quad n,$$

de telle façon que toute transposition entre $y_1, y_2, \ldots, y_{2m}$ correspondant à un point de diramation (2°) amènera une branche y appartenant à un système (is) en une branche appartenant à un système (rh) où les deux couples (is) (rh) ont un élément commun (soit $h=i$ ou $h=s$).

III. Les transpositions (is) correspondant aux $2m$ points $y_1, y_2, \ldots, y_{2m}$ engendreront un groupe transitif par rapport à $1, 2, \ldots, n$ et le produit de toutes les $2m$ transpositions, suivant un ordre convenable, se réduira à l'identité.

Réciproquement, *si les conditions* I, II, III *sont satisfaites, il existera toujours une fonction algébrique* $z(xy)$ *à* n *branches, dont* $f(xy) = 0$ *est la courbe de diramation.*

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur la distribution des pressions et des vitesses dans la région troublée autour d'une surface dans un courant d'air uniforme.* Note de M. **A. Lapresle**, présentée par M. L. Cailletet.

L'étude que nous avons entreprise comprend la détermination, pour chaque point de la région troublée autour d'une surface exposée dans un courant d'air uniforme, de la vitesse v en grandeur et direction et de la pression p.

La méthode employée repose sur les propriétés d'un simple tube recourbé à angle droit, dit *tube de Pitot*. Un tel tube, placé en un point où la pression est p et la vitesse v et faisant face au courant, transmet, comme l'on sait, une pression

$$p + k\frac{\delta v^2}{2g},$$

δ étant la densité de l'air dans les conditions actuelles de température et de pression et k un coefficient empirique très voisin de l'unité.

Ce même tube, retourné de 180°, transmet une pression

$$p - \lambda \frac{\delta v^2}{2g},$$

λ étant un autre coefficient empirique que l'expérience détermine et qui est voisin de 0,2.

De la mesure de ces deux pressions transmises, on peut déduire séparément p et v.

Quant à la direction de la vitesse, elle est donnée par un fil léger porté par le tube de Pitot et qui permet de bien orienter ce dernier par rapport aux filets d'air; la légèreté de ces fils est telle qu'ils indiquent également les variations de direction qui se produisent en certains points particuliers de la région troublée.

L'exploration de toute cette région est ainsi réalisée d'une façon plus complète qu'elle n'a été faite jusqu'ici. En effet, dans cet ordre d'idées, les expérimentateurs s'étaient surtout attachés à déterminer les directions des filets. Quelques-uns, tout récemment, comme le Dr Hans Zickendraht, ont entrepris cependant la détermination de la pression seule. Mais la détermination simultanée de la vitesse en grandeur et direction et de la pression ne semble encore avoir fait l'objet d'aucune recherche.

Grâce à la bienveillante obligeance de M. Eiffel, nous avons pu déjà réaliser dans son laboratoire quelques expériences. Les premiers résultats que nous avons obtenus montrent que dans la région médiane d'une plaque de faible courbure ayant 90cm d'envergure et 15cm de profondeur, et dont le plan de la corde fait un angle de 10° avec la direction horizontale du vent, la région troublée s'étend assez loin. A partir de 20cm, soit en dessus, soit au-dessous de la plaque, les filets retrouvent leur direction initiale, mais il faut atteindre une distance de 40cm pour retrouver des filets ayant même pression et même vitesse que ceux du courant non troublé. La conclusion pratique de ceci est que dans les expériences d'aérodynamique au courant d'air artificiel il ne faut pas seulement s'assurer, pour avoir le droit de considérer une surface comme plongée dans un courant d'air indéfini, que les filets d'air autour de la surface ont repris, à une certaine distance de celle-ci, leur direction initiale, mais qu'ils ont aussi repris leur vitesse et leur pression initiales.

Avec la même surface de 90cm × 15cm, nous avons vérifié également que les vitesses et les pressions, dans toute la région troublée, suivent, aux

erreurs d'expériences près, la loi de Bernoulli,

$$p + \frac{\delta v^2}{2g} = \text{const.}$$

Le tube de Pitot, qui fait face au courant, donne, en effet, une dénivellation constante au manomètre, quel que soit le point où il est placé, lorsque les conditions initiales (pression et vitesse) demeurent invariables.

Cependant, avec de plus fortes inclinaisons, il faut s'attendre à voir apparaître un certain écart par rapport à cette loi, les pertes par viscosité dans les remous devenant alors plus importantes. Nous nous proposons d'ailleurs d'étudier ultérieurement ce cas d'une manière plus complète et plus systématique. Nous examinerons notamment si, autour de deux plaques géométriquement semblables et de dimensions notamment différentes, les vitesses et les pressions sont bien les mêmes en deux points homologues.

AÉROSTATION. — *Sur la perméabilité à l'hydrogène des enveloppes d'aérostats.* Note de M. **Julhe**, présentée par M. Jungfleisch.

Il a été parlé récemment (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 196) du passage de l'hydrogène à travers le tissu caoutchouté des aérostats. Il y a bien longtemps que ce phénomène est connu : l'hydrogène se dissout dans le caoutchouc, qui le laisse échapper à l'extérieur, comme s'échappe l'ammoniaque d'une solution ammoniacale.

Frappé de ce fait, j'ai organisé jadis une expérience qui a donné de bons résultats. Il s'agit de doubler, à l'intérieur du ballon, l'étoffe caoutchoutée par une autre enveloppe imprégnée d'une solution de gélatine dans la glycérine. Cette enveloppe intérieure est en calicot non amidonné, à tissu très serré; ainsi préparée, elle reste souple et dissout fort peu d'hydrogène; elle préserve le tissu caoutchouté du contact direct avec le gaz, et empêche ainsi les grandes déperditions. Il n'est plus besoin de vider complètement le ballon pour faire reprendre au caoutchouc son état primitif.

RADIOTÉLÉGRAPHIE. — *Effet de résonance secondaire dans les récepteurs de T. S. F.* Note de M. **Paul Jégou**, présentée par M. Lippmann.

Outre les réglages de syntonie ou de résonance que l'on s'efforce de réaliser pour qu'un récepteur recueille avec le maximum d'énergie les

oscillations hertziennes qui lui sont données, MM. Abraham et Blondel [1] ont proposé l'utilisation de *monotéléphones* pour permettre d'accorder les membranes des écouteurs téléphoniques sur la note acoustique que ceux-ci font entendre au moment du passage des ondes, note qui varie avec le nombre de trains d'ondes émis par l'émission et qui, au même titre que la longueur d'ondes, peut caractériser dans une certaine mesure une émission donnée.

Avec les émissions musicales dont l'emploi se généralise de plus en plus, cette question peut prendre un intérêt plus particulier et je me suis proposé de rechercher si une autre sorte de résonance, corrélative d'ailleurs de la résonance acoustique, ne pourrait pas être réalisée en utilisant la bobine transformatrice que j'ai signalée à diverses reprises [2]. En effet, la note émise par les écouteurs téléphoniques ne diffère d'une émission à une autre que parce que la fréquence du courant rythmé provoqué par l'action des ondes sur le détecteur varie dans le rapport des trains d'ondes émis par ces émissions. La bobine transformatrice est donc traversée par un courant alternatif dont la fréquence varie avec la note musicale émise et qu'il était raisonnable de chercher à faire résonner par les procédés mis en jeu à l'émission par courants alternatifs.

En shuntant le primaire de la bobine par un condensateur variable c de faible capacité (o à $\frac{1}{100}$ m. c. f.), il nous a été possible de trouver, pour chaque note, un réglage différent et précis de la capacité pour lequel le son perçu dans les téléphones était notoirement plus énergique.

Ainsi, entre deux émissions simultanées ayant même longueur d'ondes, dont l'une est obtenue par étincelle *musicale*, tandis que l'autre est à étincelle *raréfiée*, il est possible de régler le condensateur de façon que l'action de la musicale soit renforcée aux dépens de l'émission raréfiée qui est affaiblie et presque étouffée.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Actions photochimiques et phénomènes photoélectriques.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. G. Lippmann.

L'émission de charges négatives sous l'influence de la lumière ultraviolette présente, dans le cas où les surfaces insolées sont sensibles aux

(1) *Comptes rendus*, 26 octobre et 9 novembre 1908.
(2) *Comptes rendus*, 15 juin 1908, 5 décembre 1910.

actions photochimiques, quelques particularités que je crois intéressant de signaler.

Les résultats qui suivent ont été obtenus en utilisant le rayonnement ultraviolet global d'une lampe en quartz (Cooper Hewitt Westinghouse). La lame étudiée formait l'une des armatures d'un condensateur, elle était reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre Curie qui permettait de mesurer à la manière habituelle l'intensité des charges émises. Le condensateur, chargé au moyen d'une batterie de petits accumulateurs, était placé dans une caisse métallique formant écran électrostatique et portant une fenêtre de quartz pour laisser passer le faisceau lumineux actif.

I. Alors qu'en général le phénomène de Hertz-Hallwachs présente avec le temps un aspect de fatigue se traduisant par une *diminution* de l'intensité des charges émises, lorsque les lames insolées sont sensibles à l'action de la lumière, il se produit une *augmentation* de l'intensité quand la durée d'exposition aux rayons ultraviolets se prolonge.

Exemple. — Avec une lame de cuivre polie, l'intensité des charges négatives émises diminue dès les premières minutes à mesure que la durée d'insolation augmente; avec la même lame recouverte de bromure de cuivre par exposition aux vapeurs de brome, l'on obtient les valeurs suivantes :

Durée d'insolation (minutes)...........	5	10	20	30	40	50	60	90	120
Intensité du courant (unités arbitraires).	7	9	12	16	22	33	43	68	88

Cette augmentation se produit spontanément à l'obscurité; la lame de l'expérience précédente maintenue à l'obscurité pendant 12 heures donne, dans les mêmes conditions, une intensité de 250 unités.

Cet accroissement pendant des durées de plusieurs heures, de l'intensité des charges émises, se produit avec tous les corps sensibles à la lumière: chlorure, bromure, iodure, oxyde de cuivre; chlorure, bromure, iodure d'argent. Des résultats analogues ont été signalés dans quelques cas particuliers: zinc amalgamé (Buisson), zinc, cuivre, fer convenablement polis (E. Bloch); remarquons que les oxydes de mercure et de cuivre, les sels de fer sont sensibles aux actions photochimiques [1].

II. L'augmentation de l'effet est suivie, après un temps suffisant d'exposition, d'une fatigue. Cette fatigue peut se produire à l'obscurité, elle est

[1] BECQUEREL, *La lumière, ses causes, ses effets*, t. II, p. 68.

plus rapide sous l'action de la lumière ; dans ce dernier cas, elle est d'autant plus grande que le noircissement du sel est plus avancé. Avec un sel exposé à la lumière un temps suffisant pour que sa décomposition soit complète, l'émission des charges négatives est presque nulle.

La fatigue acquise sous l'action de la lumière peut n'être que passagère, la lame abandonnée à l'obscurité retrouve en partie le pouvoir qu'elle avait perdu d'émettre des charges négatives : je rappelle que la transformation opérée dans le noircissement d'un sel halogéné de cuivre n'est pas stable, et que si la couche de sel est suffisamment épaisse, le noircissement s'efface et disparaît (1).

III. Dans le cas d'halogénés de cuivre la sensibilité photochimique dépend de l'épaisseur de la couche de sel ; quelle est l'influence de cette épaisseur sur l'émission photoélectrique ?

L'expérience est facilement réalisable : la lame de cuivre est plongée dans un récipient à demi plein de vapeurs de brome, les colorations qui se succèdent sur la lame indiquent les différentes épaisseurs ; avec un faisceau lumineux suffisamment étroit il est facile d'éclairer successivement les diverses parties de la lame qui correspondent à des couches de sels plus ou moins épaisses.

Plus l'épaisseur de la couche sensible est grande, plus intense est l'émission des charges et plus accentuée leur augmentation avec la durée d'insolation. Avec les couches moins épaisses l'intensité de l'émission est plus faible et la fatigue plus rapide : rappelons que les couches les moins épaisses sont celles qui noircissent le plus vite sous l'action de la lumière.

IV. L'intensité d'émission des charges avec le métal est en général plus faible qu'avec le métal recouvert d'une couche de sel sensible d'épaisseur suffisante et après exposition convenable.

Exemple. — Une lame de cuivre donne une émission de 166, la même lame iodurée donne au début une émission de 75, après 2 heures d'insolation elle provoque dans les mêmes conditions une émission de 186, après être restée 12 heures à l'obscurité elle donne une intensité de 333. De même une lame d'argent donnait une émission de 10 unités, la même lame iodurée donne 43.

Les courbes de variation des charges extraites en fonction du champ, obtenues avec le métal et le sel sensible, sont semblables et superposables par un changement d'échelle ; la nature des ions produits paraît donc la même dans les deux cas.

---

(1) G. Reboul, *Comptes rendus*, 11 décembre 1911.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des cellules photoélectriques comme photophones.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. J. Violle.

Si l'émission photoélectrique d'un métal chargé négativement et placé dans le vide suit exactement les variations de la lumière excitatrice, on peut songer à transmettre électriquement à distance ces variations, en utilisant les changements mêmes du courant photoélectrique. La grande sensibilité photoélectrique des métaux alcalins les désigne tout spécialement pour cet usage, ainsi que l'ont déjà proposé Bergwitz (¹) et d'autres.

J'ai entrepris des expériences pour chercher la grandeur du courant photoélectrique que peut fournir le potassium, et pour voir comment il dépend de l'éclairement et en suit les variations. Le potassium, distillé trois fois dans le vide, est amené, après une dernière fusion, dans la cellule, qui est en verre et munie de deux électrodes de platine. Le potassium est chargé négativement à quelques centaines de volts au moyen de l'une des électrodes; l'autre, qui est un fil parallèle à la surface du potassium, est reliée au pôle positif de la batterie par l'intermédiaire d'un milliampèremètre et d'un téléphone ordinaire. La lumière d'un arc ou du Soleil est projetée sur le potassium au moyen d'une lentille et peut être rendue intermittente au moyen d'un disque tournant percé de trous.

On constate d'abord que la sensibilité des divers points de la surface métallique n'est pas la même. Les surfaces très brillantes et d'aspect cristallin sont moins sensibles que celles qui sont recouvertes de gouttelettes très fines de métal et ont l'aspect un peu terne. Elster et Geitel ont déjà signalé des faits analogues. On arrive aisément avec l'arc à des courants de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de milliampère et avec le Soleil à des courants de $\frac{5}{10}$ de milliampère.

Lorsque le disque tournant rend la lumière intermittente, le courant moyen indiqué par le milliampèremètre baisse naturellement, mais il se fixe immédiatement à une valeur *constante et indépendante de la vitesse de rotation du disque.* Ce résultat montre nettement que le courant photoélectrique ne dépend que de la quantité totale de la lumière reçue par le métal et non de la manière dont cette énergie lumineuse lui est distribuée ; il n'est fonction que de l'éclairement moyen.

(¹) Bergwitz, *Physikalische Zeitschrift*, 1907, p. 373.

D'autre part, le téléphone intercalé sur le circuit émet, lorsque le disque tourne, *un son intense* (¹) dont la hauteur ne dépend que de la vitesse de rotation du disque, et coïncide avec la hauteur du son que le disque est capable d'émettre comme sirène. Ce résultat est en accord avec l'hypothèse d'une émission photoélectrique qui suivrait instantanément les variations de la lumière incidente. Comme il est facile d'obtenir des hauteurs de son de 2000^v au moins, l'instantanéité se trouve vérifiée à $\frac{1}{2000}$ de seconde près.

La constance relativement grande des résultats obtenus avec une même cellule montre enfin qu'un appareil de ce genre réunit les qualités nécessaires à un photophone. Il y aura intérêt à accroître encore la grandeur des courants obtenus en remplaçant le potassium par le rubidium et l'enveloppe de verre par une enveloppe de silice fondue.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Procédés d'observation touchant la dissociation du peroxyde d'azote.* — Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Amagat.

L'hypothèse que l'Énergie cinétique moléculaire w tirée du produit $\frac{2}{3}nw$ est une constante, pour tous les fluides à une même température, entraîne l'identité des n particules dissoutes ou gazeuses et l'adaptation aux deux cas de la condition d'équilibre $\Sigma m \log C = k$. Cependant, on l'a vu p. 276, celle-ci ne se vérifie pas sur les solutions chloroformiques de peroxyde d'azote. Si elle se vérifie sur le système gazeux, le nombre n n'est pas alors le même qu'en solution. Comme la constante k, calculée à l'aide des nombres trouvés par MM. Nathanson, présente un écart de 25 pour 100, il y a un doute que j'ai voulu lever en reprenant la détermination expérimentale des pressions partielles p_1 relative à Az^2O^4 et p_2 relative à AzO^2, dont l'équilibre à température constante répond à la condition $\log \frac{p_2^2}{p_1} = k$ ou $\frac{p_2^2}{p_1} = K$.

Ma première méthode, dont la précision est suffisante pour des pressions assez fortes, est difficilement applicable aux gaz raréfiés. Pour traiter ce dernier cas, j'ai d'abord essayé une autre méthode imitée de celle de M. Meyer.

(¹) Bergwitz n'a pu actionner par le courant photoélectrique un téléphone ordinaire, mais seulement un téléphone construit exprès, dont la membrane avait 14^{cm} de diamètre.

Deuxième méthode. — Un flacon jaugé de 2^l, à col étroit, était introduit dans un récipient contenant environ 60^l d'eau, maintenue à la température de 40° à moins de $\frac{1}{10}$ de degré. Pendant 36 ou 48 heures, on séchait le ballon à l'aide d'un courant d'air sec. Au bout de ce temps, on brisait une ampoule renfermant un poids π de peroxyde placé dans le flacon avant la dessiccation. On recueillait sur la cuve à eau le gaz qui s'échappait du ballon par un tube à dégagement, et, du volume observé, on calculait p_1 et p_2, en admettant l'exactitude de la loi du mélange des gaz. Voici une série de résultats obtenus à la température de 40° :

π.	p_1.	p_2.	K.
0,6625	31,6	76,9	187
0,495	21	61,8	182
0,4065	13,1	59,75	271,9
0,312	9,85	46,25	217,15
0,174	3,76	29,5	237,12

Les deux premières observations semblent accuser un minimum pour K. En réalité la dissociation était incomplète par suite d'une trop lente diffusion des vapeurs rutilantes accumulées au bas du flacon où se trouvaient les ampoules de liquide au moment où elles ont été brisées. Les autres chiffres obtenus en cassant les ampoules à une assez grande distance du fond se rapprochent davantage des nombres obtenus par mesures directes de la pression gazeuse sur un poids et un volume connus de peroxyde d'azote.

Les voici tels qu'ils résultent de ma première méthode (p. 276) :

Sous la pression totale 760,2, j'avais trouvé : K = 268,9 à 40°;

Sous la pression totale 460,3, j'avais trouvé : K = 261,8 à 40°.

Troisième méthode. — J'ai cherché un procédé plus sensible, parce qu'à l'inconvénient signalé, la mesure de l'expansion gazeuse par le volume d'air recueilli sur l'eau ajoutait une autre cause d'erreur. Pour la supprimer, j'ai remplacé le tube de dégagement par un tube manométrique dans lequel je faisais monter une colonne d'acide sulfurique. En brisant l'ampoule de peroxyde rapprochée du centre du flacon, la diffusion gazeuse facilitée par la dépression manométrique est à la fois plus régulière et plus rapide, car la pression finale devient fixe en 8 ou 10 minutes.

Elle s'évalue facilement à moins de 1^{mm} près au cathétomètre, soit à moins de $\frac{1}{7}$ de millimètre de mercure.

Voici quelques résultats où la pression totale p, estimée en colonnes d'acide sulfurique, est ramenée en colonne mercurielle dans les calculs de p_1 et de p_2 et dans celui de la constante K :

π.	p_1.	p_2.	p.	K.	
0,428	13,8	63	566	287,6	40°
0,3365	9,74	51,7	452	274,42	40
0,224	5,07	37,23	311,7	273,4	40
0,575	21,6	78,8	740	287,4	40

Il n'existe donc pas un minimum de K pour des valeurs de p voisines de 100^{mm} de mercure. La concordance avec les observations directes fournies par la première méthode est bonne, puisque, rapportés au même volume, les poids extrêmes sont dans le rapport de 0,224 à 5,61 pour des pressions totales variant de 42,3 à 760,2. Voici d'ailleurs d'autres déterminations faites à la température de 31°,7, où la constante prend la valeur k' peu variable :

π.	p_1.	p_2.	p.	k'.	°
0,5925	30	66,1	692	156	31,7
0,533	24,75	60,35	627	147,2	»
0,198	5,8	29,2	257,8	147	»

Elles démontrent la fixité relative de la constante d'équilibre du peroxyde d'azote dissocié à une température donnée sous des pressions variables. Au contraire, le même système, à l'état dissous, se comportant différemment, comme nous l'avons rappelé au début de cette Note et ailleurs, c'est que, toutes choses égales, la molécule gazeuse est différente de la particule dissoute.

Cette différence d'allure entre la particule dissoute et la molécule gazeuse n'existe pas seulement dans les phénomènes d'équilibre. Je l'ai déjà signalée dans la transformation irréversible du phosphore blanc en phosphore rouge, où l'état gazeux est si peu assimilable à l'état dissous, et la pression osmotique est si peu comparable à la pression gazeuse, qu'à des températures où s'effectue la transformation des vapeurs, celle du phosphore dissous ne se fait pas, même sous des pressions osmotiques bien supérieures aux pressions gazeuses (*Comptes rendus*, janvier et février 1908).

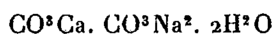
Ces deux cas si différents ne constituent pas des exceptions isolées. M. Nernst, dans sa *Chimie générale* (t. II, p. 34), rappelle que Beckmann, ayant constaté que « l'amylène et les acides fournissent plus d'éthers amyliques dans la benzine que dans l'oxyde d'éthyle », attribue, lui aussi, cette différence à ce que « dans la benzine, *beaucoup* de molécules dissoutes ont tendance à former des molécules doubles, ce carbure possédant une *force dissociante* moindre que l'éther ». Comme, d'après le même auteur, cette force dissociante est favorisée par la grandeur de la constante diélectrique des solvants, et qu'elle est plus *énergique* que le vide ([1]), la dissolution chloroformique du peroxyde d'azote ne devrait pas différer de

([1]) Cependant, l'acide acétique, dont la constante diélectrique est supérieure à celle de l'éther, polymérise le gaz chlorhydrique (Raoult); et l'abus des considérations

l'état gazeux (la constante diélectrique à 18° est 2,29 pour la benzine, 4,35 pour l'éther, 5 pour le chloroforme). Or cette différence vient d'être établie et ne permet pas d'identifier les particules dissoute et gazeuse.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques carbonates doubles de calcium.* Note de M. **Barre**, présentée par M. Le Chatelier.

Pour compléter les quelques mots de bibliographie au sujet des carbonates doubles de calcium et de sodium, j'ajouterai que le sel



$$CO^3Ca.\ CO^3Na^2.\ 2H^2O$$

que j'ai préparé par digestion du carbonate de calcium dans une solution de carbonate de sodium, et dont j'ai étudié les conditions d'existence, a été obtenu, en 1896, par M. de Schulten (*Comptes rendus*, t. 123, 1896, p. 1023).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les équilibres chimiques en solution.* Note de M. **Dubrisay**, présentée par M. Le Chatelier.

J'ai, dans une Note précédente [1], exposé comment, dans un système de corps dissous en équilibre chimique, l'introduction d'un corps étranger devait déplacer l'équilibre si le corps ajouté, même en n'intervenant pas dans la réaction, agissait sur la solubilité de l'un des facteurs de l'équilibre. Je me propose aujourd'hui d'exposer un nouvel exemple expérimental de ce phénomène.

L'acide succinique, ajouté à une solution d'acétate de baryte, précipite incomplètement le baryum à l'état de succinate de baryte; inversement, le succinate de baryte, insoluble dans l'eau, est partiellement dissous dans une solution d'acide acétique : la réaction



$$(1)\qquad C^4H^6O^4 + (C^2O^2H^3)^2\,Ba = C^4H^4O^4\,Ba + 2\,C^2H^4O^2$$

doit donc être réversible et donner lieu à un état d'équilibre. Mais, d'autre

---

électriques, dont on se sert pour étayer des considérations de ce genre, vient d'être relevé une fois de plus par M. Gates, qui a démontré que le déplacement des métaux dans des liquides isolants n'a aucune relation avec le potentiel électrique.

[1] *Comptes rendus*, 27 novembre 1911.

part, on sait que la solubilité de l'acide succinique est diminuée par l'addition de différents sels. M. Herz [1] a déterminé quantitativement cette action et reconnu qu'elle était particulièrement marquée dans le cas du chlorure de sodium. On doit donc s'attendre à ce que l'addition de sel marin déplace l'équilibre représenté par l'équation (1), en diminuant la concentration de la liqueur en acide succinique, c'est-à-dire en favorisant la formation et la précipitation du succinate de baryte.

Mais dans le cas actuel, le phénomène est plus complexe. Le chlorure de sodium dissous doit agir, en effet, non pas seulement sur le potentiel chimique de l'acide succinique, mais aussi sur le potentiel de tous les corps existant à l'état dissous dans la phase liquide. De fait, sa présence diminue la solubilité dans l'eau de l'acétate de baryte : son action tendra donc à diminuer la concentration de ce sel dans la phase liquide, et cette action, dans le déplacement de l'équilibre, concordera avec l'effet produit sur l'acide succinique. Mais, en outre, le chlorure de sodium dissous dans l'eau augmente le potentiel de l'acide acétique dissous. J'ai pu m'en rendre compte en étudiant la répartition de cet acide entre l'eau et le chloroforme. Le coefficient de partage avait été mesuré par M. Dawson [2]; j'ai repris ces mesures dans les zones de concentration correspondant à mes expériences ultérieures et reconnu que la dissolution du chlorure de sodium dans la phase aqueuse modifiait notablement ce coefficient, ainsi que le montrent les résultats consignés dans le Tableau suivant :

Concentration de la couche aqueuse		Concentration de la couche chloroformique	Rapport
en acide acétique. C_1 (éq. par litre).	en Na Cl (gr. par litre).	en acide acétique. C_2 (éq. par litre).	$r = \frac{C_2}{C_1}$.
1,062	0	0,102	0,096
1,034	40	0,129	0,125
1,007	80	0,166	0,164
0,945	200	0,219	0,231
0,502	0	0,030	0,061
0,495	40	0,037	0,076
0,483	80	0,049	0,102

Ces chiffres établissent nettement que la présence du chlorure de sodium favorise le passage de l'acide acétique de l'eau au chloroforme et, par suite, que ce sel augmente le potentiel chimique de l'acide acétique dans l'eau.

(1) *Zeit. für anorgan. Chem.*, t. LXV.
(2) *J. of the chem. Society.*

On ne peut donc dire, d'une façon immédiate, quel sera l'effet de l'addition du chlorure de sodium sur les variations de l'équilibre chimique représenté par l'équation (1), puisque cette addition doit tendre à deux effets contradictoires. Toutefois, si l'on détermine les valeurs numériques des variations du potentiel de l'acide succinique qu'on peut déduire des expériences de Herz, et de même, les variations du potentiel de l'acide acétique tirées du Tableau précédent, on arrive à cette conclusion que l'addition d'une même quantité de chlorure de sodium agit avec plus d'intensité sur l'acide succinique que sur l'acide acétique. Il est alors naturel d'admettre, et l'on peut démontrer rigoureusement que le déplacement d'équilibre sera de même sens que si l'action sur l'acide succinique se produisait seule.

Dans ces conditions, les conclusions précédemment énoncées doivent se vérifier, c'est-à-dire que l'addition de sel marin doit produire une précipitation de succinate de baryum. Pour le vérifier, je mélangeais des volumes connus de solutions saturées d'acide succinique et d'acétate de baryte et j'étudiais l'état final de l'équilibre soit en l'absence du chlorure de sodium, soit en présence de quantités connues de ce sel, en dosant le baryum dissous dans la liqueur claire. Voici les résultats obtenus :

I.

1° Mélange de 10^{cm^3} d'une solution saturée d'acide succinique, de 5^{cm^3} d'une solution saturée d'acétate de baryte et de 10^{cm^3} d'eau.
Dosage de la baryte sur 5^{cm^3} de la liqueur : $0^g,248$.

2° Même mélange avec addition de 2^g de NaCl.
Baryte dans 5^{cm^3} de la liqueur : $0^g,243$.

3° Même mélange avec addition de 4^g de NaCl.
Baryte dans 5^{cm^3} de la liqueur $0^g,230$.

II.

1° Mélange de 10^{cm^3} de solution saturée d'acétate de baryte, de 10^{cm^3} de solution saturée d'acide succinique et de 10^{cm^3} d'eau.
Baryte, dans la liqueur : $0^g,485$.

2° Même mélange avec NaCl : 2^g.
Baryte dans 5^{cm^3} : $0^g,483$.

3° Même mélange avec NaCl : 5^g.
Baryte dans 5^{cm^3} : $0^g,391$.

Enfin, M. Herz ayant démontré dans le Mémoire cité plus haut que le chlorure de potassium, tout en agissant dans le même sens que le chlorure

de sodium, modifiait beaucoup moins la solubilité de l'acide succinique, on devait prévoir que son action sur l'état final de l'équilibre, tout en étant de même sens que celle du chlorure de sodium serait moins intense : c'est ce que j'ai vérifié en ajoutant, dans les mélanges de la deuxième série d'expériences, des quantités connues de chlorure de potassium. Les résultats obtenus ont été les suivants :

4° Même mélange avec KCl : 2g.
Baryte dans 5^{cm^3} : 0g,487.

5° Même mélange avec KCl : 5g.
Baryte dans 5^{cm^3} : 0g,464.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches relatives à l'action des sulfites alcalins sur les sels de cuivre.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Le Chatelier.

Les premiers, Fourcroy et Vauquelin, ont remarqué qu'en versant un sulfite alcalin dans du sulfate de cuivre, il se formait un précipité d'un jaune roux que ces savants considéraient comme du sulfite d'oxyde de cuivre. Chevreul, connaissant l'aisance avec laquelle se réduit cet oxyde, pensa qu'il pouvait fort bien être amené à l'état d'oxydule par la présence des sulfites, corps facilement oxydables, et il fut ainsi amené à étudier le produit formé dans cette action. Ses prévisions furent confirmées, car l'analyse le conduisit à considérer ce précipité comme un sulfite double cuproso-alcalin. Il constata en outre que l'eau bouillante le décomposait et le transformait en un corps rouge cristallin, identique au produit qu'il obtenait d'autre part par l'action du gaz sulfureux sur l'oxyde de cuivre tenu en suspension dans l'eau, un sulfite cuivreux, peu stable lui aussi dans l'eau bouillante, où il perd peu à peu de l'acide sulfureux pour laisser finalement de l'oxydule.

Depuis, de 1812, époque du travail de Chevreul, à 1900, date de la dernière publication sur ce sujet, quantité d'auteurs ont repris l'étude de cette question, qui a soulevé de nombreuses controverses à cause des résultats trouvés, souvent différents, ce qu'explique l'altérabilité de ces sels. Mais en groupant et comparant les divers résultats publiés sur ce sujet, il est aisé aujourd'hui, malgré les divergences, d'établir de façon à peu près certaine le cours des réactions et la nature des composés obtenus.

En résumé, tout paraît se limiter à l'existence d'un certain nombre de combinaisons, dont les principales seraient : 1° les sulfites cuproso-alcalins, généralement incolores, du type $n\,Cu^2SO^3 + m\,M\,SO^3 + Aq$ (1) et notamment celui où $n = m = 1$; 2° le sulfite cuproso-cuprique

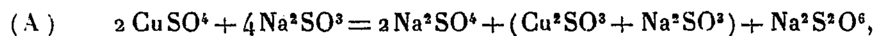


$$Cu^2SO^3 + Cu\,SO^3 + 2H^2O,$$

(1) M métal alcalin.

sel rouge insoluble, formant un terme transitoire de réduction ; 3° le sulfite cuivreux, rouge également; 4° enfin des sulfites triples alcalino-cuproso-cupriques. Il en ressort donc clairement que l'oxyde CuO isolé ou combiné à l'état de sel est réduit facilement par le gaz sulfureux ou les sulfites à l'état d'oxydule susceptible de se combiner avec l'acide sulfureux pour donner le sulfite cuivreux ou des sulfites complexes.

Mais l'idée préconçue que la réduction des sels de cuivre par les sulfites ne pouvait produire et ne produisait que de l'acide sulfurique, a empêché toute recherche en dehors de l'étude des sels cuivreux formés. Or, lors de la transformation de l'oxyde CuO en oxydule Cu^2O et par suite de la diminution de la valence du cuivre qui en résulte, si le liquide ne devient pas acide ou du moins s'il n'y a pas formation de bisulfite quand il y a excès de sulfite alcalin, le groupe SO^3, devenu libre, a dû se fixer, comme dans le cas de la décomposition des sulfites d'argent, sur un autre groupe sulfoxyle et donner naissance à de l'acide dithionique, conformément aux égalités suivantes (A) et (B) établies d'après les formules des sels connus :


(A) $2\,CuSO^4 + 4\,Na^2SO^3 = 2\,Na^2SO^4 + (Cu^2SO^3 + Na^2SO^3) + Na^2S^2O^6$,


(B) $3\,CuSO^4 + 4\,Na^2SO^3 = 3\,Na^2SO^4 + (Cu^2SO^3 + CuSO^3) + Na^2S^2O^6$.

Il est facile de le contrôler, ainsi que je l'ai fait pour l'argent ([1]). J'ai, dans ce but, étudié la réaction avec le sulfate de cuivre en le traitant par un excès de sulfite alcalin, de manière à redissoudre le précipité primitivement formé, et, comme avec l'argent, je n'ai employé que le sulfite de sodium cristallisé $Na^2SO^3 + 7H^2O$ (P.M. = 252); de même que pour le sel de cuivre, j'ai constamment pris le sulfate cristallisé $CuSO^4 + 5H^2O$ (P.M. = 249,6). Les poids mentionnés dans mes recherches, *comme mis en expérience*, se rapporteront donc toujours à ces deux sels hydratés.

D'après leurs poids moléculaires, pour satisfaire à l'égalité (A), il faut, comme sulfite, un poids très peu supérieur au double de celui du sulfate de cuivre. En prenant comme sel réducteur de 3 à 6 fois le poids du sel de cuivre, on se trouve donc largement dans les conditions voulues pour pouvoir parfaire la réduction désirée.

Ayant donc mélangé les solutions de 2^g de sulfate de cuivre et de 12^g de sulfite alcalin dans un ballon fermé par un bouchon portant un tube étiré, on a redissous par agitation le précipité verdâtre primitivement formé, et le liquide incolore a été

([1]) *Action de la chaleur sur le sulfite d'argent et ses sulfites doubles alcalins; formation de dithionate* (*Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 735 et 858).

chauffé 20 à 25 minutes au B.M. (100°). Il s'est formé un précipité rougeâtre qui a été filtré après refroidissement. Puis, comme lors de mon étude avec les sels d'argent, j'ai versé dans le liquide un excès de chlorure de baryum pour séparer l'acide sulfurique et décomposer les pyrosulfites qui ont pu se produire et qui sont décelés à ce moment par l'odeur du gaz sulfureux, plus ou moins intense suivant leur quantité. Ajoutant alors de la lessive de soude jusqu'à très légère alcalinité, tout le cuivre fut précipité et il fut filtré avec le sulfate et le sulfite de baryum, ce dernier étant complètement insoluble en milieu neutre ou alcalin.

Dans la liqueur ainsi obtenue et contenant l'excès de chlorure de baryum, réacidifiée par HCl et portée à l'ébullition, le dépôt de $BaSO^4$ et le dégagement de gaz sulfureux m'ont permis de reconnaître la présence de l'acide dithionique, puis de le caractériser en filtrant et pesant le sulfate de baryum déposé dans le ballon et en dosant sous la même forme le gaz sulfureux recueilli dans un condensateur renfermant une solution chlorhydrique de brome, selon le mode déjà employé lors de mon étude sur les sulfites d'argent.

Les deux poids $0^g,5154$ et $0^g,5133$ de $BaSO^4$ étant sensiblement identiques, c'est donc bien de l'acide dithionique qui s'est formé, puisque le liquide renferme un corps qui, par sa décomposition, a donné de l'acide sulfurique et du gaz sulfureux, molécule pour molécule.

Une seconde expérience conduite de même a confirmé le premier résultat, car pour $0^g,4708$ de $BaSO^4$ recueilli dans le ballon à réaction, le gaz sulfureux dégagé a fourni $0^g,4692$ du même sulfate.

Quant au précipité amarante produit par l'action de la chaleur, l'analyse m'a permis d'y reconnaître les éléments d'un sulfite cuivreux. Lavé et essoré, il donne un dégagement de gaz sulfureux avec séparation du cuivre métallique et formation de sulfate de même métal. Je n'ai pas cru devoir établir sa composition exacte et doser sa teneur en acide sulfureux, puisque, comme le constatait déjà Chevreul en 1812, le sulfite cuivreux, *même dans le milieu où il se forme*, s'altère si l'on n'y maintient pas artificiellement un excès de gaz sulfureux. Il se modifie constamment en perdant de l'acide, et d'autant plus que l'action de la chaleur est plus prolongée, au point de ne plus renfermer presque, à la longue, que de l'oxydule de cuivre plus ou moins pur.

C'est ainsi qu'un produit semblable que j'ai recueilli lors d'une opération préliminaire faite en chauffant pendant 4 heures à 100°, *en tube scellé*, un mélange en solution de 4^g de sulfate de cuivre et de 16^g de sulfite de sodium, ne contenait plus que $0^g,0052$ de SO^2 pour $0^g,2376$ d'oxydule Cu^2O, soit seulement un peu plus de 2 pour 100.

Ce précipité amarante est un produit de décomposition des sulfites

doubles cuproso-alcalins en solution, et l'étude de la genèse de l'acide dithionique par les sels de cuivre montre que la formation de ce composé n'a d'ailleurs aucune relation avec celle de l'acide dithionique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la menthone*. Note de M. **Eyvind Boedtker**, présentée par M. A. Haller.

Dans un Mémoire antérieur ([1]) nous avons démontré qu'en faisant réagir les bromures d'alcoylmagnésium sur la benzylidène-menthone on obtenait des composés auxquels nous avons attribué par analogie avec les dérivés correspondants du camphre la formule $C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH\left\langle\begin{array}{l}R_I\\R_{II}\end{array}\right.\\ \vert \\ CO\end{array}\right.$.

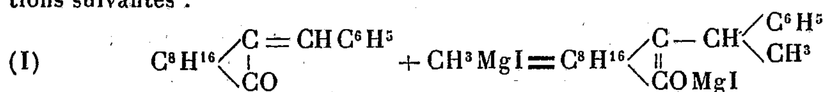
L'expérience suivante confirme cette hypothèse :

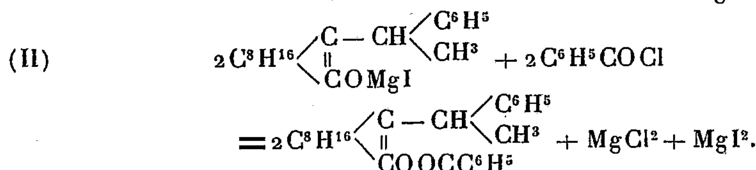
2g,5 de menthodiphénylméthane $C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH(C^6H^5)^2\\ \vert \\ CO\end{array}\right.$ (point de fusion 140°), dissous dans l'acide acétique cristallisable, sont oxydés par 10g d'acide chromique anhydre, ajoutés par petites portions. La première réaction terminée, on chauffe au bain-marie jusqu'à coloration verte. On verse alors dans l'eau et l'on épuise à l'éther. La solution éthérée est agitée avec de la soude, puis séparée et séchée. On évapore l'éther qui abandonne une petite quantité de cristaux qui fondent à 48°. Il s'est donc formé de la benzophénone, ce qui prouve que les deux groupes phényle dans le composé diphénylé se trouvent fixés au même atome de carbone. Avec le stéréoisomère, point de fusion 136°-137°, le résultat est le même.

Menthométhylphénylméthane $C^8H^{16}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\C^6H^5\end{array}\right.\\ \vert \\ CO\end{array}\right.$. — Une dissolution éthérée de 24g,3 de benzylidène-menthone est additionnée à une dissolution d'iodure de méthylmagnésium dans l'éther, préparée avec 4g,8 de magnésium et 28g,4 d'iodure de méthyle, soit le double des quantités calculées. La réaction finie on ajoute 14g,05 de chlorure de benzoyle, ce qui donne lieu à une nouvelle réaction assez vive. Puis on verse dans l'eau et l'on épuise à l'éther; on sépare, sèche et distille l'éther. Le résidu visqueux est cristallisé dans l'alcool bouillant. On obtient des cristaux qui, recristallisés, fondent à 152°-153°. L'analyse nous conduit à la formule $C^{25}H^{30}O^2$ du *benzoate de menthométhylphénylméthane*. Cette réaction, analogue à celle des organo-magnésiens sur le benzylidène-camphre ([2]), s'explique aisément par les équa-

([1]) *Comptes rendus*, t. **145**, p. 329.
([2]) *Comptes rendus*, t. **142**, p. 971, et t. **146**, p. 717.

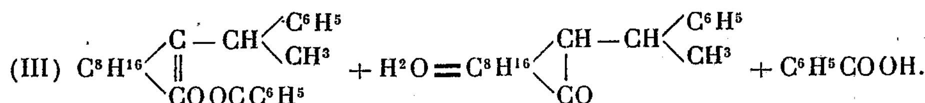
tions suivantes :

(I) 

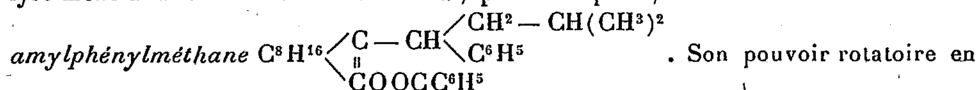
(II) 

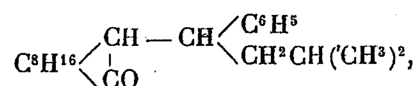
Le pouvoir rotatoire de ce benzoate en solution benzénique est $[\alpha]_D = +145°40'$ à 20°,5.

Saponifié par la potasse alcoolique il fournit facilement le *menthométhylphénylméthane*

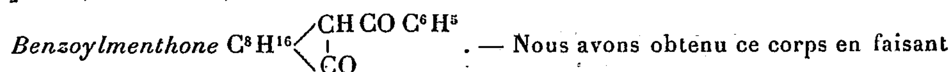
(III) 

Son point de fusion est de 111°-112°. Son pouvoir rotatoire en solution benzénique est $[\alpha]_D = +95°16'$ à 19°. Ce corps, que nous n'avions obtenu lors de notre première Communication qu'à l'état de sirop incristallisable, peut se former aussi sans passer par le chlorure de benzoyle. Pour y arriver, on n'a qu'à faire bouillir ce composé huileux avec de la potasse alcoolique. Malgré tout, il reste toujours une portion huileuse qui ne cristallise pas.

Menthoisoamylphénylméthane. — Une solution éthérée de 24g,3 de benzylidènementhone est additionnée à une solution d'isoamylbromure de magnésium, préparée avec 4g,8 de magnésium et 30g,2 de bromure d'isoamyle (le double des quantités calculées). La réaction terminée, on ajoute 14g,05 de chlorure de benzoyle et on procède comme il est dit plus haut. On obtient 21g de cristaux, qui fondent à 93°-94°. L'analyse mène à la formule $C^{29}H^{38}O^2$. C'est, par conséquent, le *benzoate de menthoisoamylphénylméthane*  . Son pouvoir rotatoire en solution benzénique est $[\alpha]_D = +186°29'$ à 19°,5. Saponifié par la potasse alcoolique, cet éther donne quantitativement du menthoisoamylphénylméthane



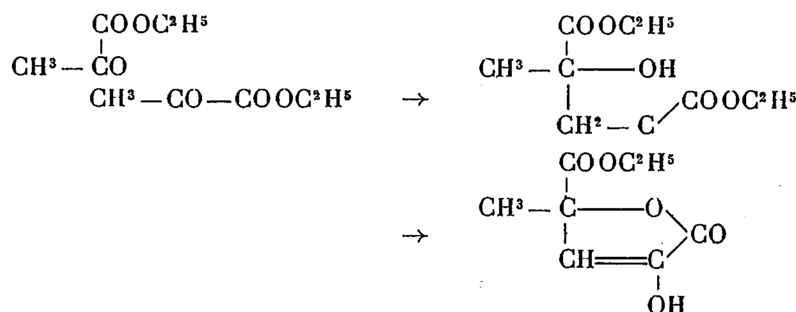
liquide très épais, qui bout jusqu'à la dernière goutte à 215° sous 15mm. Son pouvoir rotatoire dans le benzène est $[\alpha]_D = +13°45'$ à 20°,5. Son indice de réfraction est $[n]_D = 1,50568$ à 22°,2.

Benzoylmenthone  . — Nous avons obtenu ce corps en faisant

réagir 28g de chlorure de benzoyle sur une dissolution de menthone sodée dans le toluène, préparée avec 8g d'amidure de sodium, 31g de menthone et 150g de toluène. Le rendement est mauvais parce que l'amidure contenait du nitrite qui a déterminé la formation d'acide benzoïque. Toutefois, on obtient une dizaine de grammes d'un liquide jaune, qui bout à 185° sous 12mm et dont l'analyse correspond à la formule du corps cherché. Son pouvoir rotatoire dans le benzène est $[\alpha]_D = +32°11'$ à 20°,5; son indice de réfraction est $[n]_D = 1{,}51745$ à 21°,8.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lactonisation des éthers α-cétoniques. Éther pyruvique.* Note de M. H. **Gault**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente, j'ai montré que le pyruvate d'éthyle se lactonise avec une extrême facilité sous diverses influences : action de l'acide sulfurique, des amines, de l'éthylate de sodium, action même de la chaleur (distillation à pression ordinaire), avec formation d'éther cétovalérolactone carbonique :



Lorsqu'on tente d'effectuer cette lactonisation à l'aide d'acide chlorhydrique, la réaction ne s'arrête pas à la formation de la lactone elle-même et l'on obtient finalement un produit neutre, bouillant sans décomposition appréciable sous pression réduite. Ce produit (E_{14} 178°-179°; E_9 168°-169°) ne colore plus le perchlorure de fer, ne donne plus aucun dérivé cétonique (phénylhydrazone, semicarbazone), mais, par contre, fournit un dérivé dihydrazinique très bien cristallisé. Il s'agit sans aucun doute du produit étudié par Genvresse ([1]), et signalé depuis par Simon ([2]), puis de Jong ([3]).

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IX, p. 377.
([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIII, p. 476.
([3]) *Rec. des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XXIII, p. 152.

J'en ai repris l'étude et l'ai obtenu dans les différentes réactions suivantes : action directe de l'acide chlorhydrique sur le pyruvate d'éthyle; action de l'alcool absolu en présence d'acide chlorhydrique sur l'acide pyruvique, le pyruvate d'éthyle, l'acide cétovalérolactonecarbonique et enfin sur l'éther cétovalérolactonecarbonique.

Le mode opératoire est le même dans tous les cas. On sature d'acide chlorhydrique gazeux à froid, soit directement l'éther pyruvique, soit une solution alcoolique d'un des quatre composés précédents. Au bout d'un temps variable, il suffit de verser sur de la glace, de reprendre à l'éther l'huile qui se sépare et d'épuiser la solution éthérée avec une solution de carbonate de potasse qui élimine les produits acides. Les portions neutres sont ensuite distillées sous pression réduite.

Pyruvate d'éthyle et acide chlorhydrique. – On obtient après un contact d'environ deux semaines un mélange en proportions variables de pyruvate d'éthyle inaltéré, d'éther cétovalérolactonecarbonique et d'une petite quantité d'éther bouillant à 174°-175° sous 12^{mm}.

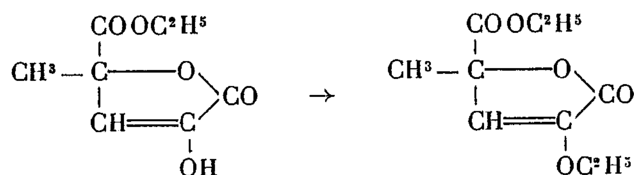
Acide pyruvique, alcool et acide chlorhydrique. — On obtient un mélange, en proportions variables avec les conditions dans lesquelles on se place, d'éther cétovalérolactonecarbonique, de pyruvate d'éthyle (E_{12} 60°), d'acétal du pyruvate d'éthyle (éther diéthoxypropionique) (E_{15} 84°), d'une petite quantité d'un produit non identifié (E_{13} 150°-170°), et enfin d'une quantité notable de l'éther de Genvresse (E_{13} 176°-177°). La constitution de l'éther diéthoxypropionique a été vérifiée, en dehors de l'analyse, par sa transformation en éther éthoxycrotonique (E 180°).

Pyruvate d'éthyle, alcool et acide chlorhydrique. — La réaction, comme on pouvait s'y attendre, est tout à fait analogue à la précédente.

Acide ou éther cétovalérolactonecarbonique, alcool et acide chlorhydrique. — La formation de l'éther de Genvresse, que l'on obtient comme produit unique de la réaction avec un rendement très satisfaisant, est dans ces deux cas particulièrement rapide : il suffit de 24 heures de contact avec l'alcool en présence d'acide chlorhydrique pour que la transformation soit pour ainsi dire intégrale.

Il semble d'après cela que l'acide chlorhydrique agisse tout d'abord à la longue comme agent de condensation sur l'éther pyruvique en donnant naissance, par élimination d'alcool, à l'éther cétovalérolactonecarbonique; il peut réagir sur l'acide pyruvique de deux façons différentes, en éthérifiant après lactonisation ou en lactonisant, au contraire, après éthérification. La réaction ne s'effectue qu'en présence d'alcool qui semble réagir par sa masse : dans le cas, en effet, où l'on fait agir l'acide chlorhydrique *seul* sur le pyruvate d'éthyle, l'alcool qui prend naissance dans la lactonisation participe à la réaction, mais le rendement est inférieur à celui obtenu par les autres méthodes.

Ces diverses considérations et, d'autre part, les analyses (dosages de C, H et éthoxyle) et l'examen des propriétés chimiques me conduisent à attribuer à cet éther la constitution d'un éther éthoxylé de la forme énolique de l'éther cétovalérolactonecarbonique :



Le dérivé hydrazinique, fusion 180° (décomp.), auquel il donne naissance, serait dans ces conditions, comme le montrent les analyses (C, H, N), soit l'hydrazinolactonehydrazide, soit l'hydrazinohydrazide correspondantes : j'aurai l'occasion de revenir sur cette constitution.

En résumé, la constitution attribuée par Genvresse à l'éther résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur le pyruvate d'éthyle, n'est pas vraisemblable : en admettant qu'il s'agisse effectivement de l'éther α-cétobutène-α-γ-dicarbonique $CO^2C^2H^5C(CH^3) = CHCOCO^2C^2H^5$, on ne s'explique ni comment il n'a pas été possible de mettre la fonction cétone en évidence, ni comment un composé de cette nature peut aussi facilement et dans de telles conditions prendre directement naissance à partir de l'acide et de l'éther cétovalérolactonecarboniques, ni enfin comment cette action de l'acide chlorhydrique est limitée à *l'éther pyruvique* à l'exclusion de *l'acide* lui-même, qui, dans ces conditions, donne, comme on le sait, uniquement naissance à l'acide cétovalérolactonecarbonique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome et du chlore sur le déhydrodicarvacrol.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans une Note parue aux *Comptes rendus* (t. 150, p. 1333), nous avons décrit, M. Hérissey et moi, un déhydrodicarvacrol obtenu dans l'action oxydante du perchlorure de fer sur une solution aqueuse de carvacrol. J'ai repris l'étude du déhydrodicarvacrol et je décrirai aujourd'hui les corps obtenus dans l'action du brome et du chlore sur ce phénol.

Action du brome. Déhydrodicarvacrol dibromé $C^{20}H^{24}Br^2O^2$. — A 3g,34 de déhy-

drodicarvacrol $C^{20}H^{26}O^2 + 2H^2O$, soit 1 pour 100 du poids moléculaire, mis en suspension dans 50^{cm^3} de chloroforme, j'ajoute $3^g,20$ de brome (4^{at} pour 1^{mol} de phénol) également dilué dans le chloroforme. Au bout de 24 heures, le brome est complètement absorbé et le chloroforme laisse après évaporation un résidu cristallin qui est purifié par cristallisations dans l'alcool à 90° chaud.

J'obtiens ainsi des cristaux prismatiques de couleur blanc jaunâtre, insolubles dans l'eau, solubles dans les liqueurs alcalines, solubles dans l'alcool à chaud ainsi que dans l'éther, le chloroforme, la benzine. Le point de fusion est 179°-180° (corr.).

Les analyses mènent à la formule $C^{20}H^{24}Br^2O^2$: c'est donc un dérivé dibromé du déhydrodicarvacrol. Ce dérivé est un isomère du dithymoldibromé décrit antérieurement par M. Hérissey et par moi. Ce dernier composé traité par les oxydants (brome, acide azotique) perd 2H et donne une dithymoquinone dibromée $C^{20}H^{22}Br^2O^2$: je n'ai pu obtenir le dérivé correspondant en partant du dérivé bromé du déhydrodicarvacrol.

Action du chlore. — Le déhydrodicarvacrol traité par le chlore donne deux corps différents: avec 4^{at} de chlore réagissant sur le phénol (1^{mol}), on obtient un dérivé dichloré correspondant au dérivé bromé; avec un excès de chlore, on arrive à un produit de formule $C^{20}H^{22}Cl^2O^2 + 4Cl$ qui est un tétrachlorure de la dichlorodéhydrodicarvacroquinone, comme je l'établirai plus loin.

Déhydrodicarvacrol dichloré $C^{20}H^{24}Cl^2O^2$. — Ce produit est obtenu en faisant réagir une solution de chlore dans le chloroforme et contenant une quantité connue de chlore, sur le déhydrodicarvacrol, en proportion telle qu'il y ait 4^{at} de chlore pour 1^{mol} de phénol; le produit de la réaction est agité avec une solution alcaline qui enlève le phénol chloré, puis la solution alcaline traitée par l'acide acétique donne un précipité d'abord amorphe, mais devenant cristallin au bout de peu de temps; on purifie par cristallisation dans l'alcool à 90° chaud, additionné d'un peu d'eau. Ce corps se présente en cristaux prismatiques, blanc jaunâtre; il est insoluble dans l'eau, soluble dans les alcalis, soluble dans l'alcool et les autres dissolvants.

Les analyses mènent à la formule $C^{20}H^{24}Cl^2O^2$.

J'ai essayé, en traitant ce corps par les oxydants, d'obtenir la quinone correspondante $C^{20}H^{22}Cl^2O^2$, mais je n'ai pu isoler aucun corps défini dans cette réaction.

Deuxième dérivé chloré $C^{20}H^{22}Cl^2O^2 + 4Cl$. — On l'obtient en faisant passer un excès de chlore dans du chloroforme tenant en suspension le déhydrodicarvacrol; le phénol se dissout bientôt et donne une solution jaune d'or; on doit éviter de faire agir le chlore en trop grand excès; la solution chloroformique distillée laisse un résidu jaune résineux qui devient lentement cristallin; au bout de quelques jours le résidu est dissous dans l'alcool à 95° chaud, qui par refroidissement donne le produit pur.

Il se présente en cristaux de couleur jaune, peu solubles dans l'alcool froid, plus solubles à chaud, solubles dans l'éther, le chloroforme, la benzine; il est insoluble dans l'eau et dans les solutions alcalines. Chauffé, il se décompose vers 155°-156° avec dégagement de bulles gazeuses.

Il résulte des combustions et des dosages de chlore que la formule brute de ce dérivé est $C^{20}H^{22}Cl^6O^2$.

La véritable nature de ce composé est établie par les faits suivants. Si on le traite en solution alcoolique par les réducteurs, même les plus faibles (poussière de zinc, zinc en présence d'une solution alcoolique d'anhydride sulfureux), la solution jaune est décolorée; par évaporation et purification du produit de la réaction, on voit que le corps formé pendant la réduction n'est autre que le déhydrodicarvacrol dichloré $C^{20}H^{24}Cl^{2}O^{2}$; donc 4^{at} de chlore sont fixés d'une manière peu stable et on doit lui donner pour formule $C^{20}H^{22}Cl^{2}O^{2} + 4Cl$.

L'insolubilité du dérivé jaune dans les alcalis, et la facilité avec laquelle il donne par réduction le déhydrodicarvacrol dichloré, m'ont amené à considérer ce corps chloré comme étant le tétrachlorure de la déhydrodicarvacroquinone dichlorée, quinone que je n'ai pu isoler, mais qui donne avec le chlore un dérivé d'addition facile à préparer.

En résumé dans ce travail j'ai préparé un déhydrodicarvacrol dibromé, un déhydrodicarvacrol dichloré et un tétrachlorure de la déhydrodicarvacroquinone dichlorée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la dextrinisation de l'amidon par dessiccation.* Note de M. **G. Malfitano** et M[lle] **A. Moschkoff**, présentée par M. E. Roux.

L'amidon insoluble à froid dans l'eau s'y dissout lorsqu'il a été au préalable suffisamment desséché, même à la température ordinaire. Le passage à l'état soluble à froid, ou dextrinisation, accompagne le départ de l'eau d'hydratation; au contraire la perte d'eau de constitution entraîne une diminution de cette solubilité. En desséchant l'amidon, on obtient beaucoup plus de dextrines qu'en le chauffant dans l'eau à des températures élevées (100°, 134°).

L'analogie couramment admise, sans preuves d'ailleurs, entre les modifications de la solubilité de l'amidon et le dédoublement des sucres par hydrolyse, est formellement contredite par ces faits. A la vérité, c'est par torréfaction des fécules, et non pas par action d'eau surchauffée, que, dans l'industrie, on prépare les dextrines. Supposera-t-on que dans les fours les fécules fixent les éléments de l'eau avant de se dessécher? Il faudrait alors admettre qu'un excès d'eau puisse entraver cette hydrolyse.

Nous avons suivi de très près et dans des conditions suffisamment rigoureuses les deux phénomènes à la fois : la dextrinisation et la dessiccation, et nous avons pu établir que l'un est la conséquence de l'autre.

Un lot d'amidon purifié, obtenu par congélations répétées des empois de fécule de

pomme de terre, a été lavé avec de l'eau très pure et froide, jusqu'à ce que celle-ci ne se colorât plus avec l'iode. Cet amidon encore incomplètement desséché nous a servi comme point de départ (I). Le lot a été réparti, en raison de 2g environ, dans des boîtes de verre (pèse-filtres) qui étaient placées ouvertes dans un dessiccateur vidé d'air et contenant P^2O^5. Lorsque, après deux semaines, tous les échantillons avaient atteint un poids constant (ne varient pas après 48 heures), on en prélevait un (II). Les autres étaient scellés dans des tubes appropriés contenant P^2O^5 et vidé d'air (20^{mm} de mercure). De ces tubes, un était ouvert après 20 jours (III). Les autres à la suite après avoir été chauffés : (IV) 48 heures à 50°, (V) 24 heures à 100°, (VI) 4 heures à 120°, et (VII) 3 heures à 150°.

Par pesée on déterminait d'abord la perte de H^2O. Une portion de la matière était traitée par 100 fois son poids d'eau, et après 24 heures on dosait la partie dissoute par évaporation du liquide filtré. Le reste était employé à plusieurs combustions; nous donnons celle dont l'erreur (écart entre la quantité brûlée et la somme $C + H^2O$ trouvée) était la moindre.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Température maxima....	25°	25°	25°	50°	100°	120°	150°
Perte H^2O pour 100.....	0,0	0,9	1,3	2,1	3,2	3,7	4,2
Portion soluble pour 100.	0,0	1,2	28,1	57,0	75,0	90,0	54,0

Combustions.

Matière brûlée en mg....	344,5	309,0	180,0	216,5	200,0	243,5	324,0
$C + H^2O$ trouvée en mg.	340,8	306,0	179,4	217,9	200,8	247,7	327,2
Erreur pour 100.........	−1,1	−0,9	+0,3	+0,9	+0,4	+1,2	+1,0
C trouvé en mg..........	141,6	129,9	78,0	95,4	88,5	109,8	146,2
C calculé en mg.........	153,1	137,3	79,7	96,0	88,8	108,2	144,0
Différence pour 100......	−7,5	−5,3	−2,1	−0,6	−0,3	+1,4	+1,5
H^2O trouvée en mg......	199,2	177,0	101,4	122,5	112,3	135,9	181,0
H^2O calculée...........	191,3	171,0	99,4	120,4	111,0	135,2	180,0
Différence pour 100......	+4,0	+2,9	+2,0	+1,7	+1,1	+0,5	+0,5

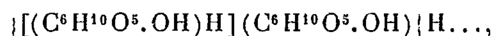
Dans la série de nos échantillons de plus en plus pauvres en H^2O, la teneur de C, d'abord inférieure, se rapproche et dépasse ensuite légèrement la quantité théorique. C'est l'eau d'hydratation qui part au commencement et puis ce sont les molécules $C^6H^{10}O^5$ qui se décomposent. A aucun moment, on peut supposer que la matière ait fixé les éléments de l'eau, puisqu'elle en perd d'une manière continue. L'amidon ainsi traité brunit déjà à 50°. Nous pensons que la décomposition commence avant que la déshydratation ne soit achevée. D'ailleurs, par son aspect, la matière ne paraît pas homogène. Il ne faudrait pas cependant attribuer à ce commencement de décomposition la formation des matières solubles, car dans l'échantillon chauffé à 150°, où la décomposition est plus avancée, la solu-

bilité est moindre. On ne peut admettre non plus qu'il y ait oxydation sensible, puisque les écarts entre la quantité brûlée et la somme $C + H^2O$ trouvée sont faibles. Les matières solubles sont bien des dextrines se colorant en bleu violet avec l'iode dans l'échantillon (II), en violet dans l'échantillon (III), en rouge dans les échantillons (IV) à (VI) et en rouge brun dans (VII).

Nous avons précédemment montré [1] que l'empois chauffé à 134°, après congélation, ne laisse en solution qu'une quantité minime de dextrines. Nous nous sommes assurés que, dans ces conditions, les dextrines n'étaient retenues qu'en très faible proportion. L'échantillon (IV), dont 57 pour 100 étaient des matières directement solubles, transformé en empois et congelé, donnait un coagulum dans un liquide qui, filtré, contenait 54 pour 100 de la matière totale.

Ces faits se résument ainsi : *dans les micelles d'amidon l'eau sert de lien entre les molécules* $C^6H^{10}O^5$. Ce rôle de l'eau peut s'interpréter aisément suivant la théorie qui assimile les micelles des colloïdes à des complexes d'ordre croissant [2].

Tandis que la constitution chimique d'un cristal de glucose hydraté est représentée par la formule $n\,C^6H^{12}O^6.H^2O$, la constitution des micelles des matières amylacées serait du type suivant :



$$\{[(C^6H^{10}O^5.OH)H](C^6H^{10}O^5.OH)\}H\ldots,$$

ou mieux



$$\{[(C^6H^{10}O^5.OH)H]^n[(C^6H^{10}O^5.OH)]^n H^{n-1}\}H\ldots.$$

Ceci veut dire que les systèmes amidon-eau forment des complexes où les molécules groupées sont $C^6H^{10}O^6$, et c'est H^2O l'électrolyte qui les relie.

On s'explique ainsi que les molécules glucose-eau puissent exister isolément en solution et former des cristaux. Par contre, nous ne connaissons pas les molécules $C^6H^{10}O^5$, mais des micelles, ou complexes d'ordre décroissant : amidon (des empois), amidon soluble, amylodextrines, érythrodextrines, acrodextrines.

Que l'eau interposée entre les molécules et les paquets de molécules s'en aille, les complexes se décomposeront en d'autres moins volumineux et par conséquent directement solubles. Lorsque ces dextrines se forment pendant le chauffage de l'amidon dans l'eau, le mécanisme en est tout autre. Alors

(1) *Comptes rendus*, 14 mars 1910, 7 novembre 1910.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, décembre 1911; février 1912.

les micelles défloculent, c'est-à-dire que par suite de l'ionisation d'une partie des molécules d'eau interposées, les complexes se décomposent et les groupements plus petits ou dextrines se libèrent. L'effet est donc le même, mais il ne peut être que moins intense.

HYGIÈNE. — *Stabulation des huîtres dans l'eau de mer artificielle filtrée.* Note de M. E. **Bodin**, présentée par M. Prillieux.

On sait que l'un des meilleurs moyens de réaliser la prophylaxie des accidents d'origine ostréaire consiste à faire passer les huîtres, pendant un certain temps, dans l'eau de mer pure fréquemment renouvelée. Pour cela M. Fabre-Domergue a proposé d'employer des bassins dits de stabulation dans lesquels circule de l'eau de mer filtrée.

Il est hors de doute que, dans l'état actuel des choses, ces bassins paraissent susceptibles de donner satisfaction aux justes exigences des hygiénistes tout en respectant les besoins de l'industrie ostréicole. Ils supprimeraient d'autre part les difficultés de toutes sortes que rencontrent les autres moyens de prophylaxie proposés jusqu'ici : éviction des parcs insalubres, amélioration des douteux, protection et surveillance permanente des établissements reconnus salubres. Toutefois, le bassin de stabulation appelle une étude préalable, car il importe de fixer d'une manière précise les conditions dans lesquelles il peut, tout en restant facilement réalisable, donner garantie aux consommateurs sans diminuer la valeur des produits.

Une question se pose à ce sujet qu'il importe de résoudre tout d'abord, celle de la conservation de la vitalité des huîtres et de leurs qualités marchandes après stabulation pendant un certain temps.

Déjà M. Fabre-Domergue a répondu à cette question en montrant par des expériences précises que l'huître stabulée pendant 8 jours dans l'eau de mer filtrée ne perd ni son poids, ni son embonpoint, ni sa résistance vitale et que la durée de ce traitement peut être doublée sans qu'il advienne pour le produit une notable dépréciation.

Je viens de faire des expériences qui confirment pleinement les précédentes en apportant un fait nouveau.

J'ai opéré en effet avec de l'eau de mer artificielle, faite à l'aide de sels de marais salants et de chlorure de sodium de façon à obtenir une composition très voisine de celle de l'eau de mer naturelle, en restant cependant à une densité légèrement inférieure (1022°).

Mon appareil, construit d'après les indications mêmes de M. Fabre-Domergue, est disposé de telle sorte qu'au sortir du bassin de stabulation l'eau est refoulée par une pompe sur un filtre de sable non submergé, d'où elle retourne au bassin après passage dans une réserve; le liquide accomplit ainsi un circuit fermé sur lequel se trouvent successivement le bassin et le filtre.

Dans mon bassin de stabulation, ayant un quart de mètre cube de capacité, le courant a été réglé de façon que l'eau soit renouvelée complètement en 1 heure 30 minutes pendant 12 heures sur 24.

J'ai observé 500 huîtres (Marennes et Cancale), réparties par lots de 100 individus qui ont été stabulés pendant un temps variable suivant les lots. Voici ce que j'ai constaté :

1° Après 8 jours de stabulation en eau de mer artificielle filtrée dans les conditions précédemment indiquées, les huîtres sont restées parfaitement vivantes et elles ont conservé leur bonne apparence. Même résultat avec un lot de 100 huîtres gardé 15 jours au bassin et avec un autre lot stabulé de la même façon pendant 1 mois.

2° Quel que soit le temps de stabulation, le poids des lots d'huîtres prises dans les conditions aussi semblables que possible n'ont varié que dans de faibles proportions (150^g à 200^g pour des lots de 6^{kg} à 7^{kg}) et, 3 fois sur 4, il y a eu accroissement après stabulation.

3° Après 8 jours de stabulation, comme je l'ai indiqué, le goût de l'huître ne subit que de légères modifications, ainsi qu'il résulte de constatations de divers consommateurs. Passé ce temps, si la stabulation se prolonge, le goût des huîtres stabulées se modifie plus nettement et elles paraissent notablement moins salées que les huîtres ordinaires.

Ces expériences permettent de conclure que la stabulation des huîtres en eau de mer artificielle filtrée est possible; elles confirment celles de M. Fabre-Domergue et elles tranchent une question qui se posait avant l'étude du bassin de stabulation.

Elles montrent en outre que ce bassin peut être organisé partout, même loin de la côte, puisqu'il peut être alimenté avec de l'eau de mer artificielle accomplissant un circuit fermé sur lequel se trouve un filtre de sable non submergé.

HYGIÈNE. — *Stérilisation des eaux d'alimentation par action de l'oxygène ozonisé et des composés chlorés, à l'état naissant.* Note de M. **E. Rouquette**, présentée par M. E. Roux.

Depuis quelques années, de nombreuses villes d'Amérique, d'Angleterre, de Belgique emploient d'une façon permanente le chlore et ses dérivés pour la stérilisation des grandes masses d'eau d'alimentation publique.

Les résultats obtenus sont satisfaisants.

On a utilisé les hypochlorites de chaux, soude, potasse, avec parfois addition de perchlorure de fer, sulfate d'alumine, etc.

Les eaux de la Marne, à Saint-Maur, ont été traitées, l'été dernier, par l'hypochlorite, pour servir à l'alimentation en eau potable de Paris.

A l'asile des aliénés de Marseille, en août 1911, pendant une épidémie de choléra d'origine hydrique, nous avons employé l'hypochlorite de soude pour la stérilisation des eaux d'alimentation, fortement polluées par le vibrion cholérique, par infiltrations d'égouts de l'asile.

Ces eaux provenaient de la Durance (canal alimentant la ville de Marseille), avec un mélange d'eau de sources et une forte proportion d'eau d'infiltrations.

La quantité traitée était de 500^{m^3} environ par jour.

De nombreux essais ont permis de fixer la dose de chlore actif à employer pour stériliser l'eau, proportionnellement à la quantité de matière organique qu'elle renferme (1^{mg} de chlore pour 1^{l} d'eau, renfermant 1^{mg} de matière organique).

Ce traitement chloré de l'eau, en quantité aussi infinitésimale, ne peut avoir d'effets nuisibles pour l'organisme (transformation en chlorures dans l'eau).

Depuis six mois, la population de l'asile (1500 personnes) consomme l'eau qui continue à être ainsi traitée d'une manière permanente, sans aucun trouble de la santé pouvant lui être attribué.

Les examens bactériologiques ont montré :

Dans l'eau brute, 15000 B. coli par litre;

Dans l'eau épurée, 0 B. coli dans 100^{cm^3}.

Ce traitement des eaux, pratiqué pendant cette longue période, nous a amené à étudier :

1° Les différences d'action, sur l'eau, des divers produits oxydants générateurs d'oxygène et de chlore, suivant leur composition chimique;

2° Les relations entre cette composition et la disparition plus ou moins rapide des dérivés formés dans l'eau;

3° Le mode de préparation de ces produits pouvant assurer leur conservation.

A la suite de ces recherches, nous avons obtenu les meilleurs résultats par l'action simultanée, sur l'eau, du peranhydrosulfate de sodium, $S^2O^9Na^2$, et du chlorure de peroxyde de sodium Na^2O^2Cl, en proportions respectives de $\frac{1}{10}$, en moyenne.

Le persulfate de sodium $S^2O^8Na^2$, préparé électrolytiquement, est d'un prix élevé. Mais le bisulfate de sodium, SO^4NaH, et le peroxyde d'hydrogène, H^2O^2, réagissent en solution concentrée, avec production de per-

anhydrosulfate de sodium, plus actif que le persulfate ordinaire et stable en solution légèrement acide (A).

D'autre part, la réaction du sulfate de sodium neutre SO^4Na^2, en solution sur l'hypochlorite de calcium, donne, par double décomposition, une solution de chlorure de peroxyde de sodium (avec dépôt de sulfate de calcium).

De composition analogue à l'hypochlorite de soude, mais plus actif et plus stable, le chlorure de peroxyde de sodium peut être amené à un degré élevé de concentration, en solution faiblement alcaline (B).

Par les actions surajoutées et combinées des solutions (A) et (B) sur l'eau, on obtient une oxydation de la matière organique, parallèle à l'élimination bactérienne, plus intense, plus rapide qu'avec l'hypochlorite de soude ordinaire, sans aucun de ses inconvénients.

Les doses peuvent être réduites, depuis une partie de réactifs pour un million de parties d'eau, jusqu'à une pour cinq millions d'eau, suivant le degré de pollution bactérienne, et la teneur en matière organique.

Ce procédé agit facilement sur les eaux troubles, sans nécessiter de préfiltration.

L'opération bien conduite, les dosages exactement faits, il ne reste aucun produit nuisible dans l'eau, à l'état libre : ni chlore, ni acide chlorhydrique, ni soufre, ni acide sulfurique.

Aucun précipité de produits insolubles. Aucune coloration, ni odeur, ni goût.

Comme résultat final, une simple augmentation, en quantité infinitésimale, des sels normaux, constituants de toute eau naturelle (moins de 1^{mg} par litre, des chlorures et sulfates, à l'état de sels de sodium, y existant avant le traitement).

L'interprétation de ces résultats, eu égard à la diversité d'actions mises en jeu, ne peut s'exprimer en équations simples, au point de vue strictement chimique.

Les propriétés oxydantes et bactéricides des corps en présence sont augmentées par suite de décompositions réciproques.

Il ne paraît pas possible de considérer comme réactions chimiques ordinaires, ces actions, à doses infinitésimales, où un corps oxydant semble jouer un rôle comparable en quelque sorte à celui des agents catalytiques.

Une hypothèse admissible est que l'oxydation intense, facteur du pouvoir bactéricide, est due à la formation des composés polyoxygénés du chlore, avec production de peroxyde d'hydrogène H^2O^2, d'ozone O^3 ; en définitive, par l'oxygène condensé, agissant à état naissant, ce qui lui donne son activité maxima sur les Bactéries. Les dérivés oxychlorés très instables, protoxyde, ClO, bioxyde, ClO^2, acide per-

chlorique ClOH, donnent, en définitive, des chlorures de sels dans l'eau. De même pour les dérivés sulfatés.

Un des plus simples dispositifs d'installations, pour ce traitement des eaux, consiste essentiellement à amener l'eau brute et les réactifs (avec régulateurs pour écoulement proportionnel) dans un même canal en maçonnerie, au fond d'un bassin mélangeur. La sortie s'effectuant par la partie supérieure, le brassage de l'eau et des réactifs se produit sans intervention mécanique et la diffusion s'opère dans la masse de l'eau.

Conclusions. — Par ce procédé, la stérilisation des eaux d'alimentation publiques est rapidement réalisable, économique et d'une efficacité certaine pour prévenir les épidémies d'origine hydrique, dans les villes et agglomérations dépourvues d'installations filtrantes et de tout procédé de stérilisation nécessitant l'exécution de longs travaux.

Il constitue un très précieux moyen, dit *de fortune*, en cas d'urgence, pour détruire dans les eaux les bactéries pathogènes : vibrion cholérique, bacille typhique, etc.

Comme procédé permanent, il assure la disparition du *B. coli*, la stérilisation absolue, avec des doses appropriées, et en procédant à une filtration ultérieure au traitement chimique.

L'eau ainsi traitée ne renfermant pas de corps nuisible, son emploi prolongé n'offre aucun inconvénient pour l'organisme.

Au point de vue économique, ce procédé réduit au minimum les installations ainsi que les frais d'exploitation, et peut être appliqué en toutes villes et agglomérations, quel que soit leur mode de distribution d'eau.

ENTOMOLOGIE. — *Morphologie externe et appareil digestif de la Chenille de* Phtorimæa operculella *Zett., parasite de la Pomme de terre.* Note [1] de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

Ayant à peu près terminé l'étude anatomique de la Teigne des Pommes de terre, nous allons donner aujourd'hui un résumé de nos recherches concernant sa morphologie externe et son appareil digestif [2].

---

[1] Présentée dans la séance du 5 février 1912.

[2] Nous devons les matériaux de notre étude à l'extrême obligeance de M. Honoré, directeur de l'école publique de Bormes (Var), qui nous a adressé, en même temps, une lettre très intéressante sur les ravages occasionnés par la Teigne et sur les moyens peu efficaces employés jusqu'à ce jour pour la combattre.

La chenille de *Phtorimœa operculella* mesure de 9^{mm} à 12^{mm} de longueur, sur $1^{mm},3$ environ de diamètre. Nous avons fréquemment rencontré de quatre à six spécimens logés dans le même tubercule. Ce dernier était creusé de galeries irrégulières, sinueuses, partant de la base d'un bourgeon, et remplies d'un détritus blanchâtre et granuleux, constitué en grande partie par des grains d'amidon.

La larve a une grande puissance de vitalité; elle résiste longtemps, avant de succomber, aux agents de destruction les plus violents. Ainsi, après une immersion de plusieurs heures (6 à 8) dans l'alcool à 72°, puis replacée sur une lamelle, elle se contracte encore, replie sa région céphalique, imprime des mouvements de latéralité à ses pattes antérieures, se déplace transversalement, écarte et rapproche ses mandibules, s'accroche aux pinces ou aux aiguilles à dissection qu'on place dans sa bouche, etc. Cette extrême lenteur à l'asphyxie, dont on peut chercher l'explication dans la structure de l'appareil trachéen et stigmatique, nous donne la raison du peu de résultats obtenus dans les divers essais tentés pour la lutte contre la chenille; elle nous montre que les moyens de destruction, vraiment pratiques et efficaces, seront surtout obtenus en s'attaquant aux chrysalides et aux papillons adultes.

Le corps de la chenille de *Phtorimœa operculella* est bombé dorsalement et légèrement aplati à sa face ventrale. Il comprend trois régions : *tête*, *thorax* et *abdomen*.

L'*armature buccale* est ici, comme chez toutes les Chenilles, en rapport étroit avec le genre de vie. La larve a continuellement besoin de couper, broyer, déchirer, mastiquer des parties solides relativement dures; aussi, les pièces de la bouche sont-elles composées de lamelles chitineuses résistantes, acérées et parfois finement denticulées. Ces pièces sont : la lèvre supérieure ou *labre*, qui a la forme d'une plaque rectangulaire à bord libre recourbé; les *mandibules*, qui sont remarquables par leur teinte, leur puissance, leurs six dents externes et leurs deux faisceaux de muscles basilaires; les *mâchoires antérieures*, pourvues d'un palpe externe et d'une lamelle interne bifide, et enfin les *mâchoires postérieures* (labium), comprenant deux palpes latéraux et une plaque médiane surmontée d'une *filière* cylindrique.

Le *thorax* comprend trois segments et l'abdomen neuf. Les trois segments thoraciques portent chacun une paire de pattes triarticulées et terminées par une griffe. Les deux premiers segments abdominaux sont apodes. Les 3ᵉ, 4ᵉ, 5ᵉ et 6ᵉ possèdent quatre paires de fausses pattes, tronconiques et terminées par une ventouse, sur le bord de laquelle sont implantés des crochets chitineux, disposés en couronne, recourbés en arc et à pointe acérée, dirigée en dehors. Le 7ᵉ et le 8ᵉ segment de l'abdomen sont apodes comme les deux premiers. Enfin, le dernier, qui a une forme tronconique, porte une paire de fausses pattes (la 5ᵉ), entre lesquelles se trouve placé l'anus.

L'organisation interne des Chenilles de *Phtorimœa operculella* comprend les

systèmes suivants : l'appareil digestif, le système nerveux, les trachées, les glandes séricigènes, remarquables par leur extrême développement, et enfin les tissus musculaire et adipeux.

L'*appareil digestif* est formé de trois parties, très nettement délimitées extérieurement et fort différentes au point de vue de leur structure interne.

L'intestin antérieur est à peu près cylindrique, mais présente néanmoins un renflement ovoïde, suivi d'une portion tubuleuse qui s'ouvre dans l'intestin moyen.

L'origine de ce dernier est marquée par une valvule œsophagienne annulaire, en forme de manchon, courte et à bords sinueux. La région médio-intestinale est large et à peu près régulièrement cylindrique.

L'intestin terminal est court et ne représente que le cinquième environ de la longueur totale du canal alimentaire. Il comprend lui-même trois régions d'aspect extérieur très différent. La première, qui est tronconique, reçoit de chaque côté les *tubes de Malpighi*. Contrairement à ce qui existe chez la plupart des chenilles des papillons (qui ont six tubes de Malpighi), les larves de *Phtorimœa operculella* ne possèdent que *quatre* vaisseaux urinaires, disposés en deux faisceaux latéraux de deux tubes chacun; les deux troncs terminaux débouchent dans l'intestin aux deux extrémités d'un même diamètre. Nous avons déjà signalé (1911) une pareille conformation anatomique chez les chenilles de *Carpocapsa pomonella*.

Chaque faisceau débute, chez la Teigne des Pommes de terre, par un conduit impair très court, qui s'élargit à son extrémité et forme un petit réceptacle urinaire, aplati et cordiforme.

C'est de ce dernier que partent deux longs tubes de Malpighi, sinueux et légèrement moniliformes. Ils s'appliquent tout d'abord sur les parois de l'intestin moyen, prennent ensuite une direction postérieure, entourent l'intestin terminal et adhèrent étroitement à l'ampoule rectale.

Leur longueur dépasse deux fois celle de l'intestin tout entier. Nous avons parfois rencontré, sur l'une des branches (du côté gauche), une ramification naissant à environ 8^{mm} de la vésicule urinaire. De semblables ramifications anormales existent, très nombreuses, chez les *Galleria mallonella* (Cholodkovsky).

Vers leur partie terminale, au voisinage de leur embouchure dans le conduit collecteur impair, et surtout dans ce dernier, la cavité des *tubes de Malpighi* contient un liquide jaunâtre, au milieu duquel nagent de nombreux cristaux rectangulaires d'urates de soude et d'ammoniaque, avec de très rares corpuscules octaédriques d'oxalate et de carbonate de chaux.

ZOOLOGIE. — *Le cæcum chez les Mammifères.* Note de M. A. Magnan, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons montré l'influence du régime alimentaire sur la morphologie et la longueur du cæcum chez les Oiseaux [1]. Nous avons entrepris les

---

(1) A. Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire chez les Oiseaux* (*Collection de Morphologie dynamique*. Paris, Hermann; 1911); *Morphologie des*

mêmes recherches sur les Mammifères. Nous résumons, dans le Tableau suivant, les observations que nous avons faites, suivant les différents régimes dans les deux classes de Vertébrés, sur la morphologie de l'appendice cæcal :

Oiseaux.	Mammifères.
Animaux sans cæcum.	
Frugivores.	Frugivores.
Animaux sans cæcum ou à cæcum réduit.	
Omnicarnivores.	Omnicarnivores.
Carnivores.	Carnivores.
Piscivores.	Piscivores.
Insectivores.	Insectivores.
Animaux à cæcum court ou réduit.	
Omnivores (Corbeaux).	Omnivores.
Animaux à long cæcum.	
Granivores.	Granivores.
Herbivores.	Herbivores.

Le classement est identique. Je ferai remarquer que les Mammifères ne possèdent en général qu'un seul cæcum, alors que les Oiseaux en ont presque toujours deux. Les cæcums courts des Oiseaux sont, d'après les recherches histologiques et chimiques que j'ai entreprises, des organes atrophiés riches en tissu lymphoïde et dont le rôle a probablement cessé d'être.

Nous avons mesuré la longueur du cæcum, chez les différents Mammifères que nous avons disséqués. Nous donnons ici, en comparaison avec les Oiseaux, les chiffres obtenus, suivant les différents régimes, en rapportant la longueur du cæcum à la longueur du corps $l = K\sqrt[3]{P}$.

---

cæcums chez les Oiseaux en fonction du régime alimentaire (*Ann. des Sciences naturelles : Zoologie*, oct. 1911).

Oiseaux.	Poids moyen.	Longueur relative du cæcum.	Mammifères.	Poids moyen.	Longueur relative du cæcum.
Frugivores......	152,3	0	Frugivores......	759,6	0
Carnivores......	1722,3	0,06	Carnivores......	546,7	0,29 ou 0
Omnicarnivores.	1702,5	0,10	Omnicarnivores.	192	0
Insectivores.....	38,2	0,25	Insectivores.....	7,2	0
Piscivores......	806,8	0,27	Piscivores......	5760	0
Omnivores (Corbeaux).......	214,7	0,28	Omnivores......	102,9	1,10
Herbivores......	2207,2	3,20	Herbivores......	47344,7	2,80
Granivores......	513,4	5,30	Granivores......	190,6	2,80

Il y a là encore une analogie qui frappe. Les régimes herbivore et granivore développent le ou les cæcums. Ils nous paraissent jouer dans ce cas un rôle antitoxique contre les fermentations qui se forment chez ces animaux par suite de la stase intestinale. Pas contre chez les espèces qui se nourrissent de chair quelle qu'elle soit, le cæcum s'atrophie ou disparaît complètement, son action cessant d'être nécessaire dans ce cas.

Nous avons aussi signalé pour les Oiseaux une loi intéressante, montrant que l'action du régime alimentaire était la même sur le cæcum et le gros intestin [1]. Ces deux organes varient dans le même sens. Chez les Mammifères nous trouvons le même résultat comme l'indique le Tableau suivant :

Oiseaux.	Longueur relative du cæcum.	Longueur relative du gros intestin.	Mammifères.	Longueur relative du cæcum.	Longueur relative du gros intestin.
Frugivores.....	0	non visible	Frugivores.....	0	non visible
Carnivores......	0,06	0,29	Carnivores.....	0 ou 0,29	Id. (ou 1,9)
Insectivores....	0,25	0,40	Insectivores....	0	Id.
Omnicarnivores.	0,10	0,44	Omnicarnivores.	0	Id.
Piscivores......	0,27	0,51	Piscivores......	0	Id.
Omnivores (Corbeaux).......	0,28	0,30	Omnivores.....	1,10	4,50
Herbivores.....	3,20	0,73	Herbivores.....	2,80	7,7
Granivores.....	5,30	1,06	Granivores.....	2,80	12,2

L'influence du régime alimentaire sur le tube digestif nous apparaît donc de plus en plus prépondérante et de plus en plus générale, au fur et à mesure que nous pénétrons plus avant dans nos recherches.

---

(1) A. MAGNAN, *Influence du régime alimentaire sur le gros intestin et les cæcums des Oiseaux* (*Comptes rendus*, 29 mai 1911).

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur la faculté d'apprendre chez les Poissons marins,* Coris julis *Gthr.* Note de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Si, d'un côté, les amateurs des poissons d'aquarium prétendent que ces animaux se laissent dresser, s'ils leur attribuent, par un raisonnement anthropomorphique, de nombreuses facultés, d'un autre côté, les savants, comme par exemple Edinger (¹), nient formellement la faculté d'association chez les poissons, cette faculté étant un attribut exclusif de l'écorce du cerveau. Les expériences exactes font défaut. On a prétendu jusqu'à présent (²) que le poisson n'a pas de mémoire : pris ou accroché une fois par l'hameçon, il ne profite guère de cette expérience probablement douloureuse et se laisse prendre de nouveau, lorsque l'hameçon est bien masqué : *Nicht der Fisch holt die Beute, sondern die Beute holt sich den Fisch*, dit Edinger (*loc. cit.*). Mes expériences, exécutées en 1909 au laboratoire du Musée océanographique de Monaco, m'ont amené à une autre conclusion. D'abord j'ai toujours pris soin de masquer l'hameçon d'une façon parfaite et, en effet, les poissons qui m'ont servi à cette série d'expériences ont entièrement confirmé le dicton de Edinger : j'ai pu attraper le même poisson tous les jours. Mais ceci prouve *uniquement* que l'hameçon a été *bien masqué* et que le poisson a eu l'envie de manger. Rien d'autre.

Dans une autre série d'expériences, j'ai également bien masqué l'hameçon par l'amorce, mais, à 5^{cm} au-dessus de l'hameçon, j'ai enfilé, sur le crin de la ligne, un morceau de papier de couleur (de 1^{cm^2}). Après avoir constaté que le poisson préfère la couleur rouge, j'ai expérimenté surtout avec cette dernière couleur.

Sans grand étonnement, j'ai constaté que les résultats de cette série d'expériences ont été différents de ceux de la première série. Voici l'ordre chronologique de l'expérience :

1° Dans chaque aquarium j'ai mis un seul exemplaire de *Coris julis*, fraîchement capturé dans une nasse et n'ayant pas encore séjourné dans l'aquarium commun.

2° Pendant les quatre premiers jours le poisson ne s'approchait pas de l'appât, mais peu à peu sa peur a diminué.

(¹) L. Edinger, *Die Beziehungen d. Vergl. Anatomie zur Vergl. Psychologie*, Leipzig, 1909.

(²) L. Edinger, *Haben die Fische ein Gedächtniss?* (*Beil. zur Allgem. Zeitung*, nos 241, 242, 1899).

3° Le 8[e] jour, au bout de quelques instants, j'ai pris le poisson à la ligne. Après l'avoir délivré de l'hameçon, je l'ai remis dans son élément. Le 9[e] jour le poisson s'est laissé prendre de nouveau ; le 10[e] jour, dans la matinée, même résultat. Cependant, dans l'après-midi, le poisson s'approche à plusieurs reprises de l'amorce, mais ne la touche pas.

4° Le 11[e] jour, même résultat que le 10[e], dans la matinée et dans l'après-midi; toutefois, j'ai pu prendre le poisson dans la matinée, seulement au bout de 10 minutes.

5° Le 12[e] jour le poisson ne touche plus l'amorce. Le petit papier avertisseur a produit son effet. Dans l'après-midi de la journée, après avoir *enlevé l'avertisseur, j'ai pu prendre le poisson.*

6° Les 13[e], 14[e] et 15[e] jours, *avec l'avertisseur*, le poisson *ne se laisse plus prendre;* il s'approche de l'appât, l'examine plusieurs fois et s'enfuit finalement.

7° Le 16[e] et, de même, jusqu'au 21[e] jour, le poisson, en apercevant l'appât, *s'approche d'abord du petit avertisseur*, l'examine à plusieurs reprises, remontant de l'appât vers le petit papier, *pique* même parfois *ce dernier* et finalement descend de nouveau vers l'amorce; alors, avec mille précautions, et sans aucune précipitation, il enlève peu à peu, par bribes, toute l'amorce sans toucher l'hameçon.

8° Le poisson conserve *la même attitude* pendant *les six jours suivants.*

Cette expérience a été répétée plusieurs fois avec d'autres exemplaires. Chaque fois j'ai obtenu, à un ou deux jours près, les mêmes résultats. En me basant sur ces expériences, je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

1° Le petit papier de couleur, suspendu, d'une façon immobile, au-dessus de l'amorce, constitue au début (première semaine), une *sensation neutre* (indifférente) pour le poisson.

2° Le poisson se laisse prendre (8[e], 9[e], 10[e] jours), l'amorce *masquant* parfaitement l'hameçon.

3° L'*association des sensations* provoquées, d'une part, par la douleur (piqûre de l'hameçon) et, d'autre part, par la couleur du petit papier, commence à se produire (10[e] et 11[e] jours après midi).

4° Il résulte de l'association de ces deux sensations que le petit papier devient un « signal avertisseur » (12[e], 13[e], 14[e] et 15[e] jours), qui exerce une *action prohibitive* à l'égard de l'attraction instinctive produite par l'appât. Il s'ensuit un *barrage* (Sperrung) de cette attraction instinctive; et ce *barrage* se manifeste en un *ralentissement* et un retard considérable *des mouvements* coordonnés de l'animal ayant peur de saisir la nourriture (l'amorce).

5° Ce retard et ce ralentissement d'une série des mouvements constituent, en grande partie, le *mécanisme passif* (*conditions*) de l'action *apprendre* (16[e] à 21[e] jours).

6° L'association des deux sensations citées plus haut (3°) est, au point de vue dynamique, un système en *équilibre instable;* une sensation (celle de la couleur) prend d'abord le dessus dans le système et agit en frénant sur le système nerveux moteur. Mais, peu à peu la réaction instinctive de s'approcher de la nourriture s'affranchit de l'action prohibitive de la couleur et *lentement* le poisson reprend la liberté de mou-

vements en question : il saisit l'amorce sans précipitation; cela lui réussit, il « apprend » alors. « Apprendre » n'est que la *série successive des essais réussis.*

Il me semble que cette expérience, en évitant tout anthropomorphisme, nous renseigne, au point de vue biologique, sur la façon dont se sert de ses organes un animal, unité vivante et spécifique.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la région du sud de Rennes.* Note de M. F. **Kerforne**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans une précédente Note [1] j'ai montré que dans les régions de Paimpont (Ille-et-Vilaine), sorte de *bouclier armoricain*, les couches cambriennes et siluriennes sont subhorizontales ou ne sont affectées que de plis à grands rayons de courbure. Si, partant de cette région, on s'avance vers le Sud-Est, on trouve une série d'anticlinaux et de synclinaux, s'étendant jusqu'à Angers et paraissant être très réguliers.

Cette régularité est plus apparente que réelle; leur structure est complètement dissymétrique, et cette particularité s'accentue de plus en plus, à mesure qu'on s'avance, au travers des plis, du Nord vers le Sud, ou dans leur direction du Nord-Ouest vers le Sud-Est. Les anticlinaux sont, en réalité, des plateaux anticlinaux, sortes d'éperons du bouclier de Paimpont; les Grès armoricains, qui les constituent pour la plus grande partie, sont en effet disposés en couches subhorizontales avec de nombreuses ondulations à grands rayons de courbure, dans lesquelles sont conservés souvent des lambeaux de Schistes à Calymènes. Au contraire, les synclinaux, véritables fosses, présentent des couches à peu près verticales, même dans leur partie axiale, et les travaux de profondeur des ardoisières montrent que cette verticalité n'est pas seulement superficielle, mais qu'elle se continue sans modifications sensibles vers le bas. Sur le bord du plateau, le Grès armoricain passe brusquement du faible pendage au pendage subvertical par un plissement en genou très caractérisé, présentant quelquefois plusieurs gradins (Saint-Malo-de-Phily).

Le plateau anticlinal de Bain est remarquable à un autre point de vue. Son axe est occupé jusqu'à Bain par les Schistes précambriens relevés

(1) F. Kerforne, *Sur les mouvements préhercyniens du Massif breton* (*Comptes rendus*, 21 février 1910).

verticalement par le plissement préhercynien et abrasés. A l'Ouest, les Schistes rouges cambriens reposent sur eux en discordance, mais vers l'Est, après Saint-Malo-de-Phily, le Cambrien disparaît aussi bien sur le plateau que sur ses flancs. A première vue, le contact anormal du Grès armoricain sur les Schistes de Rennes pourrait être pris pour un chevauchement; l'étude de la région montre qu'il s'agit d'un étirement. Au nord de l'affleurement précambrien du rocher d'Usel on constate nettement, en particulier, la présence de couches broyées et laminées, dont les nombreuses craquelures irrégulières ont été soudées par du quartz.

Le plateau anticlinal du Grand-Fougeray présente des phénomènes analogues, car les Schistes de Port-de-Roche et de Sainte-Anne-sur-Vilaine, qui apparaissent au milieu des Grès armoricains, sont en réalité du Précambrien et non, comme on l'a cru, du Cambrien : ils contiennent en effet des poudingues précambriens typiques.

Quant à la poussée du Sud au Nord, si générale dans le Massif breton, elle se manifeste aussi quelquefois dans la région par des pendages inverses vers le Sud.

Il ressort de cette structure que le bouclier de Paimpont se prolonge vers le Sud-Est par des éperons résistants et allongés, de chaque côté desquels des fosses se sont ouvertes, amenant quelquefois des disparitions de couches par étirement. Cette disposition s'éloigne complètement de celle des coupes schématiques si irrégulières, représentant jusqu'à présent la tectonique de la région du sud de Rennes.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JANVIER 1912.

Grandeur et figure de la Terre, par J.-B.-J. DELAMBRE; Ouvrage augmenté de Notes, de Cartes, et publié par les soins de G. BIGOURDAN, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Bigourdan.)

Les formations fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné. Essai de synchronisme des terrasses et moraines de la Bièvre-Valloire et de la Basse-Isère, par W. Kilian, Correspondant de l'Institut, et M. Ginoux. (*Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des topographies souterraines*; n° 129, t. XXI, 1909-1910.) Paris, Ch. Béranger, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

R. Accademia delle Scienze di Torino. *Onoranze centenarie internazionali ad Amedeo Avogadro*, 24 settembre 1911. Turin, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Deuxième expédition antarctique française (1908-1910), commandée par le Dr Jean Charcot : *Gastropodes prosobranches, scaphopodes et pélécypodes*, par Ed. Lamy; *Amphineures*, par Joh. Thiele; *Annélides polychètes*, par Ch. Gravier; *Observations météorologiques*, par J. Rouch. Paris, Masson et Cie, 1911; 2 vol. et 1 fasc. in-4°. (Présenté par le Prince Roland Bonaparte.)

La résistance des pieux, théorie et application, par M. J. Benabenq, ingénieur des Travaux publics de l'Indo-Chine. (Extr. des *Annales des Ponts et Chaussées*, 1911, t. V-VI.) Paris, A. Dumas; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Les lampes électriques à arc, à incandescence et à luminescence : Application à l'éclairage industriel, essai et étalonnement, montage, consommation spécifique, emplois spéciaux, par Jean Escard. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Branly.)

L'hélice propulsive, par Rodolphe Soreau. (Extr. des *Mém. de la Soc. des Ing. civ. de Fr.;* Bulletin de septembre 1911.) Paris, Librairie aéronautique; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Communicações da Commissao do Serviço geologico de Portugal. Tomo VIII : *Étude sur les fossiles des schistes à néréites de San Domingos et des schistes à néréites et à graptolites de Barrancos*, par J.-F. Nery Delgado; *Études sur le séisme du Ribatejo du 23 avril* 1909, par Paul Choffat et Alfred Bensaude. Lisbonne, 1910-1911; 1 fasc. in-8° et 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Douvillé.)

Les Mathématiques en Portugal, par Rodolphe Guimarães; Appendice II. Coïmbre, 1911; 1 fasc. in-8°.

Wisconsin geological and Natural History Survey; Bulletin, n° XXI : *The fossils and stratigraphy of the middle devonic of Wisconsin*, by Herdman-F. Cleland. N° XXII : *The inland lakes of Wisconsin : The dissolved gases of the water and their biological significance*, by Edward-A. Birge and Chancey Juday. Madison, Wis., 1911; 2 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 février 1912.

Recherches géologiques et géographiques sur le haut-pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et territoires du Sud), par G.-B.-M. Flamand; avec 150 illustrations dans le texte (coupes, schémas, vues photographiques), 22 cartes, dont 7 hors texte, en couleurs, et 16 planches en lithographie et phototypie. (Missions du Ministère de l'Instruction publique et du Gouvernement général de l'Algérie.) Lyon, A. Rey et Cie, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Depéret.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. P. Puiseux. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 fasc. in-4°.

Exposé des travaux scientifiques de M. Charles Richet. Paris, L. Maretheux, 1912; 1 fasc. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; t. LVIII. Paris, Henri Charles-Lavauzelle, 1911; 1 vol. in-8°. (Adressé par M. le Ministre de la Guerre.)

Annales de l'Institut agronomique (École supérieure d'Agriculture); 2e série, t. X. fasc. 2. Paris, J.-B. Baillière et fils; Librairie agricole de la Maison rustique, 1911; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon : Sciences et Lettres; 3e série, t. XII. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, A. Rey, 1912; 1 vol. in-4°.

XXXVIIIe Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales, publié par O. Mengel; année 1909. Perpignan, Charles Latrobe, 1 fasc. in-4°.

Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene, von L. Krüger. (*Veröffentlichung des königl. preus. geod. Institutes;* nouvelle série, n° 52.) Potsdam, B.-G. Teubner, 1912; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la direction du Professeur W. Ceraski; 2e série, t. V. Moscou, A.-A. Levenson, 1911; 1 vol. in-8°.

Recherches astronomiques de l'Observatoire d'Utrecht. Tome IV : *Jupiter Beobachtungen*, 1895-1906, von A.-A. Nijland. Tome V : *The proper motions of* 1418 *stars in and near the clusters h and χ Persei*, by A. van Maanen. Utrecht, 1911; 2 fasc. in-4°.

Astronomische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1905-1909, herausgegeben von L. Weinek, Director der k. k. Sternwarte. Prague, A. Hasse, 1912; 1 vol. in-4°.

Protuberanzen beobachtet in den Jahren 1891-1892, von J. Fényi; mit 9 Tafeln des Sonnenrandes in Lichtdruck. (*Publicationen des Haynald-Observatoriums;* fasc. X.) Kalocsa, Anton Jurcsó, 1911, 1 vol. in-4°.

Seismometrische Tabellen, von Fürst B. Galitzin; Nachtrag zu der Abhandlung *Ueber ein neues aperiodisches Horizontalpendel mit galvanometrischer Fernregistrierung.* (*Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente;* t. IV, livr. 1.) Saint-Pétersbourg, 1911; 1 vol. in-4°.

Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente; t. III, livr. II, n° 2, et livr. III; t. IV, livr. I et II. — *Bulletin*, rédigé par M. G. Levitski. Année 1907 : octobre-décembre. Année 1908 : janvier-septembre. Saint-Pétersbourg, 1911; 8 fasc. in-4°.

Bulletin of the Bureau of Fisheries; t. XXIX, 1909, George-M. Bowers, Commissioner. Washington, 1911; 1 vol. in-4°.

United States geological Survey. *Mineral resources of the United States*, 1909 : Part I. *Metals;* Part II. *Nonmetals.* Washington, 1911; 2 vol. in-8°.

The Institution of mechanical Engineers. Proceedings, 1911. Part 1-2. Londres; 1 vol. in-8.



N° 7.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 12 Février 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

COMMISSIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 7.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 8 (19 Février 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FÉVRIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de M. Édouard Bornet, par M. L. Guignard.

La modestie de notre cher Confrère M. Bornet, enlevé à notre affection le 18 décembre dernier, ne nous a pas permis d'exprimer sur sa tombe les profonds regrets que sa mort a laissés parmi nous. Mais cette interdiction ne va pas jusqu'à nous empêcher de rendre ici un suprême hommage au Confrère aimé, au maître excellent et dévoué, au savant dont les travaux et les découvertes sont la gloire et l'honneur de la Botanique française (1).

La vieillesse avait été longtemps clémente au travailleur infatigable que fut M. Bornet. A 80 ans passés, il avait conservé l'activité, l'entrain et la bonne humeur spirituelle de sa jeunesse. Mais, vers la fin de 1910, sa santé recevait une première et redoutable atteinte, et nous assistions avec inquiétude au déclin progressif de ses forces. Un séjour dans le Midi durant le dernier hiver, puis un autre dans sa maison de campagne de Cosne pendant l'été, semblèrent un moment avoir retardé les progrès du mal, et nous avions la joie, au retour des vacances dernières, de le voir reprendre parmi nous sa place accoutumée. Cette joie devait être courte : au commencement de décembre, un retour offensif du mal l'emportait en quelques jours.

---

(1) Une Notice plus détaillée paraîtra plus tard dans un autre Recueil, avec un portrait de M. Bornet.

Jean-Baptiste-Édouard Bornet est né le 2 septembre 1828 à Guérigny, dans la Nièvre. Ses parents étaient originaires de ce département et son père appartenait à l'Administration des Forges de la Chaussade, établissement du Ministère de la Marine, où lors de sa retraite il remplissait les fonctions de caissier.

Après avoir reçu dans la maison paternelle les premières notions de latin, il entra au Collège de Nevers pour y faire ses études classiques. Tout en s'adonnant avec zèle aux exercices littéraires, il montra de bonne heure un goût très vif pour les sciences, et surtout pour la Botanique. En peu de temps, il était arrivé à se servir avec fruit des ouvrages de systématique, et en particulier de la *Flore du Centre de la France*, que Boreau, pharmacien à Nevers, avait publiée quelques années auparavant. Cet estimable Livre fut un de ceux qui contribuèrent le plus à développer chez notre futur Confrère ses heureuses aptitudes pour l'observation des végétaux. La souplesse et la variété de son intelligence lui permirent de satisfaire son goût pour l'étude des choses de la nature sans sacrifier ses humanités, et les prix d'honneur de rhétorique et de philosophie furent, au sortir du Collège, la récompense de son zèle.

Le diplôme de bachelier ès-lettres marquait la fin de sa vie d'écolier; mais les modestes ressources de ses parents, qui avaient encore à pourvoir à l'éducation de trois autres fils plus jeunes, ne leur permettaient pas les sacrifices qu'imposent de longues études supérieures. Par bonheur pour la Botanique, un projet d'entrée aux bureaux des Forges de la Marine ne fut pas mis à exécution. Sans doute c'était l'avenir assuré, mais un avenir médiocre pour un candidat qui ne sortait pas des grandes Écoles. Le goût du jeune homme pour les plantes le sauva de la bureaucratie; on décida de l'envoyer à Paris pour y étudier la médecine.

Accueilli par une tante, dont l'une des filles devait plus tard devenir la compagne dévouée de toute sa vie, il suivit avec assiduité les cours de la Faculté de Médecine, de la Sorbonne et du Muséum, passa son baccalauréat ès-sciences et fut reçu externe des hôpitaux. L'année 1848, avec les troubles qu'elle apporta à la vie des étudiants, fit la part plus large à ses études botaniques. Ce fut alors qu'il entra en relations avec un de ses compatriotes, le Dr Léveillé, savant mycologue dont il devint l'élève en même temps que M. Boudier, notre très distingué Correspondant.

A une époque où la science des Champignons était encore pleine de mystères, ce médecin, par des observations microscopiques précises, par son esprit méthodique, avait acquis dans le monde botanique une légitime

autorité. Son travail sur l'hyménium des Basidiomycètes, sa classification des Champignons, de nombreuses analyses d'espèces indigènes et exotiques lui ont assuré une place enviable dans l'histoire de la Mycologie. Tout en se montrant disposé à guider le jeune étudiant, Léveillé ne lui cacha pas que, s'il attendait ses ressources matérielles de son assiduité au travail, la Botanique lui réservait maigre chère; que les botanistes se plairaient peut-être à ne voir en lui qu'un médecin, et les médecins qu'un botaniste : il n'était pas question du client.

Si décourageantes que fussent, dans leur justesse, les observations de Léveillé, elles ne rebutèrent pas l'étudiant, qui n'en continua pas moins à mener de front ses recherches mycologiques et ses études médicales, travaillant dès 6^h du matin chez le mycologue, pour venir à 8^h revêtir son tablier d'hôpital. L'élève était digne du maître et, dès l'année suivante, il publiait son premier travail sur l'organisation des *Meliola*, Champignons répandus dans les régions tropicales, où ils couvrent les feuilles de leurs taches noires, comme dans nos pays tempérés les *Erysiphe*, ou Meuniers, les envahissent de leurs taches blanches.

La maison de Léveillé était alors le rendez-vous des botanistes les plus éminents de l'époque : Ad. Brongniart, A. de Jussieu, Decaisne, Cosson, et la conversation de ces savants apportait sur les questions les plus diverses des informations toujours renouvelées à la curiosité multiple de notre étudiant. C'est là qu'il connut Gustave Thuret, dont il allait bientôt devenir le collaborateur et l'ami pour un quart de siècle.

Thuret, à qui une belle fortune permettait de studieux loisirs, avait très vite abandonné la carrière diplomatique, où il était entré tout d'abord (il ne fut que peu de temps attaché à l'ambassade de Constantinople), pour se livrer entièrement aux recherches botaniques. Ses observations sur les organes reproducteurs des *Fucus*, publiées en collaboration avec son maître Decaisne, son beau Mémoire sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames, couronné par l'Académie des Sciences en 1847, avaient, dès cette époque, révélé un observateur de premier ordre. Désireux de poursuivre, dans des conditions aussi favorables que possible, des recherches continues sur les Algues marines, Thuret avait formé le projet d'établir au bord de la mer une installation permanente. Sur le conseil de Decaisne, il proposa à M. Bornet de devenir son aide. Cette offre était d'autant plus heureuse pour notre Confrère qu'en le délivrant des soucis matériels elle lui donnait l'espoir de pouvoir consacrer tout son temps à ses études de prédilection. On était alors au printemps de 1852.

En attendant le départ pour la mer, l'aide vint s'installer près du maître, à Versailles, où Thuret avait à ce moment sa résidence, et l'été se passa en excursions cryptogamiques aux environs de Paris.

C'est en examinant les plantes récoltées au cours de ces herborisations que M. Bornet fut amené à étudier l'*Ephebe pubescens*, Algue pour les uns, Lichen pour les autres, et sur le compte duquel on était si peu fixé qu'on l'avait successivement placé dans neuf genres différents. M. Bornet montra que c'était décidément un Lichen. Cette observation dépassait de beaucoup le cadre étroit de systématique où elle avait pris naissance; elle révélait entre les éléments fondamentaux des Lichens des rapports d'une explication de plus en plus difficile et sur lesquels notre éminent Confrère devait jeter plus tard une éclatante lumière.

L'installation à Cherbourg eut lieu à la fin de 1852 et, en dépit des rigueurs de la saison, les excursions à la mer commencèrent. Bientôt, en avril 1853, Thuret annonçait une découverte d'un intérêt considérable : la fécondation des *Fucus*. Pour la première fois, la sexualité des Cryptogames était l'objet d'une observation directe. Si vraisemblable que fût auparavant l'hypothèse d'une fécondation chez les plantes de ce groupe, la preuve expérimentale en était d'autant plus désirable que divers auteurs, Nægeli en particulier, se refusaient à voir dans les corps mobiles décrits par Decaisne et Thuret des éléments fécondateurs.

Épuisé par un travail assidu et souvent pénible, Thuret tomba malade l'année suivante. Par bonheur pour lui, au zèle botanique de son aide s'alliait le dévouement éclairé du médecin. Cependant, M. Bornet n'avait pas encore terminé ses études médicales. Il fut décidé qu'au retour d'un voyage d'exploration sur les côtes de Biscaye et celles des environs de Marseille il ferait un séjour à Paris pour y subir ses derniers examens. Reçu docteur au mois d'août 1855, l'aide rejoignit à Cherbourg le maître qui l'attendait avec impatience. « Si vous étiez susceptible de vanité, lui écrivait Thuret, vous en auriez de savoir combien j'ai de peine à m'habituer à être seul dans cette maison où nous avons déjà si longtemps vécu ensemble. »

Telle était la cordialité des relations entre ces deux natures d'élite, que jamais l'ombre d'un dissentiment ne vint troubler leur entente. Thuret avait voulu joindre le nom de M. Bornet au sien dans les Mémoires qu'il publia à cette époque, mais il dut céder aux instances affectueuses de son collaborateur qui déclinait cet honneur.

Le climat de Cherbourg étant peu favorable à sa santé, Thuret fut

contraint, en 1856, d'aller demander au ciel de Basse-Provence un soulagement aux misères qu'il devait aux brumes normandes. Il profita de son séjour forcé à Cannes pour visiter le littoral, en quête d'une installation définitive. Par la riche flore algologique de sa ceinture rocheuse, par son admirable situation entre le golfe de Nice et le golfe Juan, le Cap d'Antibes, d'où la vue embrasse un des plus beaux paysages de France, de la mer bleue à la cime neigeuse des Alpes maritimes, devait l'attirer et le retenir. On n'y voyait alors que quelques habitations éparses dans les vignes et les olivettes, auxquelles un chemin rocailleux à peine praticable aux voitures donnait accès. Cette solitude était un attrait de plus pour un homme qui n'avait jamais témoigné d'un goût particulier pour les plaisirs du monde. Il acheta, en 1857, plusieurs hectares de terre et commença à établir le magnifique Jardin qui porte aujourd'hui son nom. C'est là qu'on vit prospérer, pour la première fois sur la côte méditerranéenne, une multitude de végétaux exotiques dont l'introduction a puissamment contribué au développement de l'horticulture dans cet admirable pays, dont elle a fait depuis la fortune.

M. Bornet fut spécialement chargé de la détermination des plantes fleurissant au Jardin, ce qui ne l'empêcha pas d'apporter à la flore indigène une contribution capitale. Les Alpes maritimes étaient alors à peu près inexplorées; notre Confrère les parcourut plusieurs années durant, et l'herbier très important qui résume ces herborisations fut la principale source de la *Flore des Alpes maritimes* d'Ardoino. M. Émile Burnat, qui a depuis consacré un Ouvrage magistral à la flore de cette région, a rendu un juste hommage aux recherches des deux botanistes d'Antibes.

L'étude des Phanérogames marines présente plus de difficultés que celle des espèces terrestres. Aussi leur connaissance est-elle restée longtemps incomplète. Ayant eu l'occasion de récolter à Antibes une Zostéracée qui venait d'être signalée sur les côtes de Provence, le *Phucagrostis major* Cav. (*Cymodocea æquorea* Kœnig), M. Bornet lui consacra, en 1864, un excellent travail, dans lequel il décrivit l'organisation et la structure de toutes les parties de la plante, depuis la germination de la graine jusqu'à la fructification.

A la même époque, la question de la fertilité des hybrides préoccupait vivement les botanistes. On se demandait dans quelle mesure ces hybrides étaient fertiles et s'ils pouvaient être fécondés par leur propre pollen, ou bien s'ils ne l'étaient que par le pollen de leurs ascendants ou d'autres espèces voisines. Naudin venait de publier sur ce sujet ses remarquables

recherches. M. Bornet voulut reprendre les expériences en s'adressant aux Cistes. Les hybrides spontanés de ces plantes, qui croissent abondamment dans le Midi, ne sont pas rares. Beaucoup ont été décrits comme espèces légitimes; un certain nombre sont cultivés dans les jardins pour l'élégance de leurs formes et l'abondance de leur floraison. L'origine de ces hybrides, qu'on rencontre entre les parents, pour être scientifiquement démontrée, demandait des expériences précises. Pendant plus de dix années consécutives, M. Bornet poursuit cette étude, faisant plus de 3000 fécondations artificielles, qui lui permettent d'obtenir, en partant de 16 Cistes différents, les uns à fleurs blanches, les autres à fleurs rouges, 234 combinaisons distinctes, qu'il suit dans leur descendance, dont il note le degré de fécondité, le mélange des caractères, les disjonctions et le retour aux types spécifiques, etc. Il montre qu'il est possible de réunir dans un même hybride trois ou quatre espèces différentes et que, dans ce produit complexe, l'apport de chaque espèce se reconnaît à des caractères définis. Il constate que si les Cistes sont morphologiquement hermaphrodites, ils sont, dans le plus grand nombre des cas, physiologiquement dioïques. C'est un fait aujourd'hui bien connu que, dans beaucoup de plantes, les fleurs ne se fécondent pas par leur propre pollen; mais, à l'époque où ces recherches étaient entreprises, on ne connaissait guère que le petit nombre d'exemples mentionnés par Ch. Darwin. Les insectes sont, chez les Cistes, les agents indispensables de cette fécondation.

Ce qui caractérise ces expériences, c'est la précision rigoureuse avec laquelle elles ont été exécutées. A cet égard, elles sont supérieures à celles de Naudin. On remarquera qu'elles sont contemporaines de celles de Mendel, dont le Mémoire, publié en 1865, resta dans l'oubli jusqu'à ces dernières années et a reçu depuis une notoriété immense. Absorbé par les études algologiques qu'il poursuivait avec Thuret, M. Bornet n'a pu ni achever, ni publier ses observations. Les Notes relatives à ces recherches n'ont vu le jour que récemment par les soins d'un jeune savant auquel il les avait communiquées en même temps qu'une collection considérable d'hybrides desséchés. Ces matériaux précieux ont déjà fourni le sujet d'importantes remarques [1]. Inutile d'ajouter que la systématique des Cistes a largement profité de ces recherches et que l'incertitude qui planait sur certaines espèces se trouve définitivement dissipée.

Malgré les soins constants qu'exigeait l'entretien des collections de

---

(1) M. Gard, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, et t. 153, 1911.

plantes vivantes du Jardin, les deux savants d'Antibes n'en poursuivaient pas moins chaque année, aux époques favorables, leurs études d'algologie marine. Vers 1865, l'une des questions qui sollicitait le plus vivement leur attention était celle de la fécondation des Floridées, restée jusque-là dans une obscurité profonde. Nægeli avait bien remarqué, chez quelques-unes de ces plantes, un organe particulier qui, en réalité, est l'appareil femelle, mais il n'en avait aucunement soupçonné le rôle. Ayant constamment retrouvé cet organe dans des genres de Floridées très divers, M. Bornet acquit bientôt la conviction qu'il s'agissait effectivement de l'organe femelle, si vainement cherché jusqu'alors. Il décida Thuret qui, rebuté par de longues recherches infructueuses, voulait renoncer à cette étude, à reprendre les observations dans les conditions les plus favorables, et tous deux se rendirent à Saint-Waast en septembre 1866. Au bout de quelques jours, le rôle de l'organe énigmatique était définitivement élucidé : la fécondation des Floridées cessait d'être un mystère.

L'année suivante, paraissait le travail, désormais classique, où le phénomène était décrit en détail, comme ces botanistes savaient décrire, avec les modalités diverses qu'il comporte dans les différents genres de la famille. Cette découverte, à laquelle M. Bornet avait pris une si large part, est certainement, en raison des difficultés du problème, une des plus belles qui aient été faites en Botanique. La reproduction sexuée des Floridées présente, en effet, un ensemble de caractères singuliers qu'on ne retrouve nulle part ailleurs. Aucune analogie ne pouvait conduire à sa découverte, car tous les modes de reproduction sexuelle connus jusque-là chez les végétaux en diffèrent profondément. Le mérite des observateurs qui nous ont révélé cette solution inattendue est donc singulièrement grand.

La connaissance approfondie que M. Bornet avait des Champignons et des Algues devait lui permettre d'aborder heureusement la question si controversée de la nature des Lichens. On avait depuis longtemps reconnu que, par les caractères morphologiques de leur fructification et la structure de certains de leurs éléments anatomiques, ces végétaux se rapprochent des Champignons, tandis que, par d'autres éléments, qui sont colorés et ont reçu le nom de *gonidies*, ils ressemblent à des Algues; d'où l'idée qu'un Lichen n'est pas, comme on a dit quelquefois, un végétal *autonome*, mais résulte de l'association intime d'un Champignon et d'une Algue, association successivement qualifiée de parasitisme, de consortium, de symbiose, et dans laquelle l'Algue, grâce à sa chlorophylle, nourrit le Champignon qui a besoin d'aliment organique. Cette théorie, dite *algo-lichénique*, for-

mulée d'abord par de Bary pour certains Lichens, puis étendue par M. Schwendener à l'ensemble de ces êtres, paraissait trop étrange pour qu'on l'admît sans conteste. Elle trouva chez les lichénologues une opposition d'autant plus violente que les recherches de M. Schwendener laissaient le champ libre à de sérieuses objections. M. Bornet les réfuta par des observations et des expériences étendues à plus de 60 genres de Lichens. Il montra que toute gonidie de Lichen peut être rapportée à une Algue déterminée, capable de vie indépendante, et qu'en aucun cas elle ne peut provenir du Champignon auquel elle est associée; il prouva, d'autre part, que les spores de Lichens ne donnent que des filaments de Champignons et que, si l'on sème ces spores en mélange avec des Algues indépendantes, mais identiques aux gonidies, on assiste à la formation d'un tissu semblable à celui des Lichens les plus authentiques. C'était la synthèse des Lichens réalisée de la façon la plus démonstrative. Quelques années plus tard, M. Stahl réussissait à obtenir par cette voie des Lichens adultes fructifiés. La théorie algo-lichénique ne compta bientôt plus d'opposants que parmi les lichénologues, plus occupés de systématique de groupe qu'informés de botanique générale et de technique microscopique.

Au mois de mai 1875, Thuret était brusquement enlevé à la Science, avant d'avoir pu achever les travaux auxquels il avait consacré sa vie. Cette perte fut douloureusement ressentie par celui qui, depuis tant d'années, lui était attaché par les liens d'une affection profonde et d'une collaboration de tous les instants.

En souvenir de son illustre beau-frère, Mme Henri Thuret, femme d'une haute intelligence et d'un cœur généreux, voulut conserver le Jardin d'Antibes. Elle l'acheta dans l'espoir que M. Bornet en garderait la direction. Mais, investi par la confiance de son ami de la mission de continuer son œuvre, notre Confrère vit bientôt qu'il lui serait impossible d'assumer à lui seul la tâche, jusque-là partagée, de terminer les recherches entreprises et de publier les travaux conduits depuis si longtemps avec tant de soin. Ces raisons étaient trop fondées pour n'être pas admises, et Mme Thuret offrit alors la Villa Thuret à l'État, qui en fit un établissement d'enseignement supérieur. M. Bornet s'occupa de l'aménager en vue de sa destination nouvelle et y demeura jusqu'au jour où la direction, qu'il avait temporairement acceptée, passa aux mains de notre ancien Confrère, M. Naudin. En quittant Antibes, M. Bornet laissait à la Villa Thuret son herbier phanérogamique, contenant plus de 10000 espèces, et un choix de livres nécessaires à la détermination des plantes cultivées au Jardin.

Rentré définitivement à Paris, M. Bornet se consacra à la publication des deux Ouvrages les plus remarquables dont les Algues aient été l'objet.

Dès ses premières excursions au bord de la mer, Thuret s'était proposé de faire paraître une série de planches destinées à illustrer les points les plus importants de l'histoire de ces végétaux. Dans ce but, un artiste d'un incomparable talent, M. Riocreux, avait exécuté de nombreux et admirables dessins. Mais la gravure des planches marchait avec une telle lenteur que Thuret avait presque renoncé à l'espoir de voir jamais s'achever l'Ouvrage. A sa mort, sur les 51 planches in-folio qu'il devait comprendre, 10 restaient encore à graver et pas une ligne du texte n'était écrite! Deux grandes années furent nécessaires à l'achèvement de cette magnifique publication, intitulée *Études phycologiques*, dont les planches, d'un fini admirable, représentent, avec une merveilleuse clarté, les organes reproducteurs et les phénomènes de la fécondation chez les Algues brunes et chez les Algues rouges.

Le second Ouvrage, modestement intitulé *Notes algologiques*, n'est pas moins remarquable. L'introduction constitue, à elle seule, un Mémoire d'une grande valeur. Elle est, de même que la majorité des Chapitres, l'œuvre personnelle de M. Bornet. Quant aux 50 planches in-folio qui accompagnent le texte, toutes sont la reproduction de dessins exécutés par lui avec une étonnante maîtrise. Ces *Notes algologiques* ont fait époque dans l'histoire de la Cryptogamie. Elles fournissent des notions générales sur l'anatomie et la reproduction dans toute la série des Algues, depuis les plus simples jusqu'aux plus compliquées.

Durant les 23 années de travail en commun dont ces Ouvrages sont le couronnement, la part du maître et de l'initiateur étant hors de cause, ce serait une tâche délicate autant qu'inutile d'essayer de préciser celle de l'élève et du collaborateur, et l'exquise modestie de M. Bornet n'aurait pas consenti à nous y aider. Nous ne nous y essaierons pas; qu'il nous suffise de dire qu'elle fut considérable et que les deux savants, dont les noms sont étroitement unis dans la Science, resteront associés dans notre souvenir en un même sentiment d'admiration.

La publication de ces deux grands Ouvrages achevée, M. Bornet reprit l'étude, déjà commencée avec Thuret, d'un groupe d'Algues inférieures, les Nostocacées. La systématique de ces plantes était alors des plus embrouillée. Ce long et difficile travail, qui comportait l'examen de milliers d'échantillons de provenances diverses, aboutit, avec l'active collaboration de M. Ch. Flahault, à la *Revision des Nostocacées hétérocystées*, parue de 1886

à 1888. Cet Ouvrage n'eut pas seulement pour résultat d'apporter l'ordre et la clarté dans le chaos inextricable d'une synonymie obscure, il fixait une nomenclature singulièrement favorable aux recherches ultérieures.

Le second groupe des Algues bleues, les Nostocacées dépourvues d'hétérocystes ou Oscillariées, devait trouver peu après un monographe attentif en Maurice Gomont, qui, sous la direction affectueuse de notre Confrère, a consacré à ces plantes le travail le plus parfait et le plus durable dont elles aient été l'objet.

Un consul de Danemark à Tanger, P. Schousboe, avait recueilli, de 1815 à 1829, principalement sur les côtes atlantique et méditerranéenne du Maroc, une très importante collection d'Algues, dont la détermination demandait une révision critique. Thuret avait naguère accepté de se charger de ce travail, qui était demeuré inachevé. M. Bornet put le mener à bonne fin, et le catalogue de cette collection, qui prend toute sa valeur de l'étude qui en a été faite, a paru en 1892. Il contient, avec la description de genres nouveaux d'un grand intérêt, d'importantes remarques sur de nombreuses espèces.

Sans insister davantage sur les travaux algologiques de notre regretté Confrère, je mentionnerai pourtant ses observations sur les *Ectocarpus* et sur de nouvelles Algues découvertes dans la Méditerranée, ainsi que les recherches publiées en collaboration avec M. Flahault sur les Rivulaires qui forment les fleurs d'eau et sur les Algues perforantes des coquilles des Mollusques.

Mais cet aperçu resterait fort incomplet s'il ne rappelait d'autres services rendus à la Science par M. Bornet. Encore qu'il n'ait jamais occupé de fonctions dans l'enseignement, il n'en a pas moins formé des élèves, dont plusieurs sont devenus des maîtres. C'est surtout au Croisic qu'il les réunissait pendant la saison la plus favorable à la récolte et à l'étude des Algues. A Paris, son cabinet de travail du quai de la Tournelle était le rendez-vous des savants et des travailleurs de tous les pays qui venaient consulter l'herbier Thuret et sa riche bibliothèque [1]. Tous trouvaient auprès de lui l'accueil le plus cordial et les plus judicieux conseils. Pour la connaissance de ce vaste ensemble de formes diverses qui constitue le

---

[1] Suivant son désir, la collection Thuret, considérablement enrichie par lui, et sa bibliothèque algologique, unique en son genre, ont pris place au Muséum dans le Service de notre Confrère, M. Mangin, où elles sont mises à la disposition des travailleurs.

groupe des Algues, sa renommée était universelle et l'on peut dire que, dans ce domaine, il n'a été dépassé, ni même égalé par personne en aucun pays. Ce spécialiste eut d'ailleurs, en botanique générale, une instruction aussi variée que profonde, car il suivait avec soin les progrès divers de la science à laquelle il avait consacré sa vie.

Depuis 1886, M. Bornet appartenait à notre Académie, où il avait remplacé Tulasne. En 1896, la Société nationale d'Agriculture de France lui attribuait la place laissée vacante par la mort de Pasteur. La réputation dont il jouissait à l'étranger était telle qu'un grand nombre de corps savants avaient tenu à se l'associer (1). Mais sa modestie charmante laissait ignorer à la plupart de ses Confrères, et même à ses amis, les honneurs qui lui avaient été conférés, sans qu'il les eût jamais sollicités, est-il besoin de le dire?

Doué des qualités qui font le naturaliste de premier ordre, observateur habile, exact, sagace, expérimentateur ingénieux, il apportait dans ses Ouvrages, d'une méthode claire, d'une langue dont la sobre élégance révèle le lettré qu'il fut toujours, une concision qui malheureusement trouve de nos jours de moins en moins d'imitateurs.

Très assidu à nos séances, M. Bornet s'acquittait de ses charges académiques avec ce sentiment scrupuleux du devoir qui était le fond de son caractère; mais une timidité native l'empêchait de prendre la parole dans les discussions publiques. Il n'en était pas moins un causeur charmant et plein de finesse. Tous ceux qui l'ont approché ont pu juger de l'étendue et de la variété de ses connaissances, apprécier l'aménité de ses manières et son extrême bienveillance. La fermeté de son caractère, la sûreté de son

(1) Ce nombre dépasse la trentaine; citons, en particulier : la Société royale de Londres, les Académies royales des Sciences de Suède, de Bavière, de Göttingue, l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, l'Académie nationale des Sciences de Washington, l'Académie américaine des Arts et Sciences de Boston, les Sociétés royales des Sciences d'Upsal, de Christiania, la Société royale de Belgique, l'Académie Léopoldino-Carolina des curieux de la nature, les Sociétés impériales des naturalistes de Saint-Pétersbourg, de Moscou, l'Institut royal des Sciences et Lettres de Lombardie, etc.

En 1884, la Société botanique d'Allemagne, fondée l'année précédente, le nomma Membre d'honneur, en même temps que Tulasne et Boussingault. En 1901, la Société linnéenne de Londres lui décerna la médaille d'or qu'elle avait instituée, trois ans auparavant, à l'occasion de son Centenaire; les premiers titulaires de cette médaille avaient été : en 1898, J.-D. Hooker et R. Owen; en 1899, A. de Candolle; en 1900, T. Huxley.

jugement, qu'aucune passion ne venait troubler et dont l'expression ne se départit jamais de la forme la plus courtoise, lui assuraient une grande influence dans nos conseils. On savait que ses avis étaient toujours et exclusivement dictés par l'intérêt de la Science et le souci de la vérité. L'estime de ses Confrères l'avait désigné pour représenter l'Académie à la Commission administrative de l'Institut; il y siégea pendant plus de quinze ans.

Sa vie fut douce et paisible, son travail toujours désintéressé. Il n'eut jamais d'autre ambition que d'être utile à la Science et à ceux qui la cultivent, et il y a pleinement réussi. Il est parti tard, en bon ouvrier qui a achevé de lier sa gerbe. Son œuvre ne périra pas, et tous ceux qui ont connu l'homme garderont fidèlement et respectueusement son souvenir.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *De Launay* pour occuper, dans la Section de Minéralogie, la place vacante par le décès de M. *A. Michel Lévy*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **De Launay** prend place parmi ses Confrères.

M. **G. Lippmann** s'exprime en ces termes :

Permettez-moi de rendre compte à l'Académie de la mission dont elle nous a chargés, MM. Chauveau, Dastre, Roux et moi.

Vendredi 26 juillet, les obsèques de notre regretté Confrère et Associé étranger lord Lister ont été célébrées à Westminster. Un long cortège, composé des représentants de la couronne, du gouvernement et des grands corps publics; du lord-maire de Londres et de différentes villes, des délégués des corps savants de l'étranger et du Royaume-Uni, s'est formé à 1^h30^m sous les arcades de la vieille abbaye et a lentement défilé à travers les cloîtres et les chapelles du vaste et vénérable édifice; l'Angleterre a tenu à rendre un dernier et solennel hommage à l'un de ses plus grands savants. Les rites d'ailleurs sont toujours les mêmes en pareil cas : un sermon, aucun discours, un service en musique, de magnifiques orgues, avec des hymnes de Hændel. Puis l'on s'est séparé.

Après la cérémonie, on a bien voulu m'offrir de me montrer le monument

de lord Kelvin. On m'a conduit dans l'église, et en écartant deux chaises on m'a montré sur le sol, tracée en lettres noires, cette inscription : *William Thomson, Lord Kelvin*, et deux dates. Puis, tout à côté, en écartant deux autres chaises, cette autre inscription non moins modeste : *Isaac Newton*, 1642-1727. C'est très simple; mais n'est-ce pas assez, et des noms comme ceux de Newton, de Kelvin et de Lister ont-ils besoin d'être encadrés de palmes et de figures allégoriques?

Vos délégués ont été admirablement reçus : par les places qui leur avaient été réservées dans la cérémonie, comme par les égards et les attentions dont on les a entourés, on leur a marqué le haut prix qu'on attachait à leur présence. En outre, dans une lettre envoyée après la cérémonie, le président de la Royal Society m'écrit : « Dans la foule de Westminster Abbey, il m'a été impossible au dernier moment de vous joindre et de vous exprimer, à vous et à vos collègues de l'Académie des Sciences, combien grandement nous avons été touchés, nous de la Royal Society, de votre loyal dévouement qui vous a fait venir de si loin pour assister aux funérailles de notre regretté Lister. Je désire vous transmettre, à vous et à chacun des membres de la délégation de Paris, nos sincères remercîments pour cette marque frappante de fraternelle sympathie. *Signé :* Archibald Geikie. »

ASTRONOMIE. — *Sur le Tome XIV des « Annales de l'Observatoire de Bordeaux »*, Note de M. **B. Baillaud**, *publiée par M.* Luc Picart.

Le Volume présenté à l'Académie par M. Luc Picart, directeur de l'Observatoire de Bordeaux, est le 14ᵉ de la série inaugurée en 1885 par Rayet, le fondateur de l'Observatoire; il est le second publié par le directeur actuel.

Ce Volume renferme les observations méridiennes d'étoiles de repère du Catalogue photographique international (zone de Bordeaux), généralement entre $+10°$ et $+14°$ de déclinaison. Ces observations ont été faites de 1901 à 1904. On y trouve tous les détails qui peuvent être utiles au sujet des observations des polaires et des déterminations des constantes instrumentales. Les observations elles-mêmes sont publiées en une forme condensée avec les passages des étoiles au fil moyen en temps de la pendule, la moyenne des lectures des microscopes, corrigées de la valeur du tour de vis, de la lecture du micromètre et de la flexion; on y trouve les ascensions droites et les distances polaires réduites à 1900,0. Les observations, dont

le nombre dépasse 14000, sans compter ce qui se rattache aux polaires et aux constantes, ont été faites par MM. Doublet et Esclangon.

On trouve ensuite, dans ce Volume, près de 200 observations équatoriales de comètes ou de petites planètes, faites dans la même période 1901-1904 par MM. Rayet, Féraud, Esclangon, Courty. Les observations météorologiques faites de 1901 à 1905 terminent ce Volume. Insérées *in extenso* dans les *Annales du Bureau central météorologique*, elles devront y être cherchées à partir de 1906.

Outre ces observations, le Volume contient deux importants Mémoires, l'un sur la rotation de la Terre, inspiré par l'Ouvrage de MM. Klein et Sommerfeld, *Ueber die Theorie der Kreisels*. L'auteur, M. Stapfer, stagiaire à l'Observatoire, fait son service militaire depuis un an et demi; son Mémoire a près de trois ans de date, il est donc contemporain de l'exposé analogue de M. Janne, inséré en 1909 dans les Mémoires de la Société des Sciences de Liége; il en est assurément indépendant.

Le Volume renferme un autre Mémoire sur les mouvements propres de 160 étoiles de la région des Pléiades. Ce Mémoire est l'œuvre de M. Kromm, aide astronome à l'Observatoire. Les mouvements propres y sont déduits d'observations méridiennes tirés de 38 catalogues et de positions déduites de quelques plaques photographiques, positions que l'auteur, en raison du mode de réduction adopté par lui, assimile à des observations méridiennes.

M. Kromm déduit de son étude 46 étoiles qu'il regarde comme constituant vraiment un système physique animé d'un mouvement de 4″,0, par siècle, sur le cercle dont l'angle de position est 175°46′. Il compare ses résultats à d'autres antérieurs, notamment à ceux d'Elkin et de M. Lagrula.

Dans l'ensemble, ce Volume, qui paraît si peu de temps après le Catalogue de Bordeaux, fait le plus grand honneur aux astronomes de l'Observatoire et à M. Luc Picart, son directeur.

M. Gaston Bonnier fait hommage à l'Académie des six premiers fascicules de l'Ouvrage intitulé *Flore complète (illustrée en couleurs) de France, Suisse et Belgique*, dont il est l'auteur, en y joignant la Note suivante :

Cette Flore, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, et à laquelle je travaille depuis 25 ans, n'a commencé à paraître que l'an dernier.

Elle renferme la description détaillée de toutes les espèces de France, de Suisse et de Belgique, et ces descriptions ne contiennent pas seulement les

caractéristiques de l'espèce, mais aussi des renseignements sur sa distribution géographique, ses limites d'altitude, ses préférences quant à la nature des terrains, ainsi que la biologie de la plante, son développement, ses divers modes de multiplication et les anomalies qu'elle peut présenter. Les excursions que j'ai faites, depuis 1869, dans les diverses parties de la France, de la Suisse et de la Belgique, m'ont permis d'ajouter à ces descriptions des observations personnelles.

De plus, pour chaque espèce, sont indiquées, lorsqu'il y a lieu, les applications agricoles, horticoles, apicoles, industrielles, forestières, médicales et de chimie végétale. Au nom adopté pour désigner le type sont joints les principaux synonymes ainsi que le nom de la plante en latin, en français, en allemand, en flamand, en italien et en anglais.

A côté de ces espèces prises comme types sont décrites les sous-espèces, les principales races, variétés et sous-variétés, dont le nombre total est toujours indiqué ainsi que celui des hybrides. Lorsque des expériences de culture ont été faites au sujet de ces diverses formes, le résultat en est brièvement signalé.

Toutes les espèces, ainsi qu'un grand nombre de sous-espèces, de races ou de variétés sont figurées en couleurs, d'après des échantillons vivants, à moitié de leur grandeur naturelle. Ces figures sont gravées sur cuivre par les procédés modernes de la photogravure.

A la fin de chaque famille, j'ai placé un Tableau statistique avec schéma graphique indiquant les transitions qui se présentent entre les genres ou encore les affinités de la famille avec les autres groupes qui s'y rattachent. J'ai ainsi tenté de donner au lecteur la sensation des liaisons que présentent les formes naturelles, et de lui faire saisir l'inégalité des divisions artificielles de la classification. Or cette notion de la continuité est complètement masquée par le mode de rédaction généralement adopté dans les Flores descriptives.

Ces premiers fascicules comprennent les Renonculacées, Nymphéacées, Berbéridées, Papavéracées, Fumariacées et une partie des Crucifères.

L'Ouvrage est actuellement préparé jusqu'à la fin. Il comprendra 120 fascicules, et contiendra environ 7800 figures en couleurs.

GÉOLOGIE. — *Les volcans du centre de Madagascar. Le massif de l'Ankaratra.* Note de M. A. LACROIX.

Le massif volcanique de l'Ankaratra, situé à peu près au centre de Madagascar, en comprend les points culminants [Tsiafajavona (2639^{m}), Tsiafakafo (2537^{m}), Ankavitra (2551^{m}), Ambohimirandrana (Ambohitrakoholahy), etc.]; il fait partie de la ligne de partage des eaux de l'Océan Indien et du canal de Mozambique.

Ses laves peuvent être suivies sans interruption du Nord au Sud (d'Arivonimamo au sud d'Antsirabé) sur une centaine de kilomètres et sur 50^{km} de l'Est à l'Ouest (d'Andratikely jusqu'à l'ouest de Faratsiho). De petits centres isolés se trouvent à son nord-est jusqu'au voisinage de Tananarive (Petit Vontovorona) et surtout à son sud-est, à l'est d'Antsirabé (Vontovorona, Iankiana, etc.).

Il est difficile d'évaluer exactement la surface occupée par les produits des volcans de l'Ankaratra, mais elle ne doit pas être inférieure à 4000$^{km^2}$. Dans la partie centrale du massif, il n'existe que des roches volcaniques et celles-ci affleurent seules dans le haut des vallées qui en partent dans toutes les directions; mais sur sa périphérie on voit apparaître, dans le lit de ces mêmes vallées, le sous-sol granitique et gneissique, de telle sorte que, sur une carte géologique, le massif volcanique de l'Ankaratra se termine extérieurement par des sortes de langues divergeant du centre. L'altitude moyenne de ce substratum étant d'environ 1400^{m}, on voit quelle masse énorme de laves a été émise par ces volcans malgaches.

En l'absence de tout sédiment et de tous débris fossiles au milieu des roches pyroclastiques, il est impossible de dater le début de l'activité volcanique, qui doit appartenir à l'époque tertiaire; cette activité s'est poursuivie pendant un long espace de temps.

Le massif de l'Ankaratra a en effet subi des érosions puissantes, dont il est possible de suivre les étapes successives. Il est profondément raviné, plus peut-être du côté de l'Ouest que de celui de l'Est. On y voit de grandes vallées profondes, très larges, à fond plat (sur coulées de basalte), pénétrant jusqu'au cœur du massif avec une pente extrêmement faible (vallée de l'Ampitambo, de la Kelilalina et de l'Aropivalalana par exemple) et débutant par des abrupts, parfois situés au fond de grands cirques. La section de nombreuses coulées de basaltes qui, on va le voir, constituent les roches les plus anciennes, se montre sur le bord de plateaux dominant ces vallées;

d'autres coulées sont suspendues sur les flancs de vallées à fond granitique (versant nord-est de Sarobaratra dans la vallée de l'Ampitambo); d'autres enfin ont coulé dans le fond de vallées encaissées dans le granite ou le gneiss (haute vallée du Kitsamby). Dans la partie centrale du massif, l'activité doit être éteinte depuis longtemps, car il n'y existe plus trace d'appareils superficiels; sur la bordure septentrionale, il subsiste quelques traces de cônes plus ou moins démantelés, enfin à l'extrémité méridionale de l'Ankaratra abondent des volcans à cratère conservé qui, eux, sont certainement tout à fait récents; il y existe encore des sources chaudes bicarbonatées sodiques (Antsirabé, Betafo, etc.).

Ce qui vient d'être dit pourrait faire penser que les belles coupes se rencontrent avec profusion, qui permettraient de démêler facilement la structure intime du massif. Malheureusement il n'en est rien. Beaucoup de roches, surtout les plus anciennes, sont fort altérées superficiellement, transformées en terre rouge; presque toutes sont couvertes d'un uniforme manteau de hautes herbes; aussi est-il très difficile d'établir des successions. Bien que les matériaux de projection abondent certainement, ils sont dans bien des régions peu apparents; ce sont surtout les coulées qui sont visibles grâce aux rochers à pic qu'elles constituent çà et là sur le bord des vallées. Ces coulées, souvent fort longues, ont exercé d'ailleurs une très grande influence sur la topographie, et c'est particulièrement à elles que l'Ankaratra doit ses pentes de quelques degrés seulement et ses grands plateaux presque horizontaux (ceux de Laona et de Maharemana par exemple).

La très nombreuse collection de roches que j'ai recueillie me permet de démontrer que la constitution pétrographique de l'Ankaratra est beaucoup plus complexe que ne le supposait le Rév. Baron auquel est due une première esquisse géologique du massif (1).

Il existe deux groupes de laves, l'un prédominant de beaucoup, consiste en types basaltoïdes, l'autre en roches trachytoïdes.

Les roches basiques se rangent elles-mêmes dans deux séries; des *basaltes feldspathiques* de types minéralogique et structurel variés (basalte à olivine ou à plagioclases, avec fréquence des structures ophitique et doléritique) et des *néphélinites à olivine*, passant à des *mélilitites*.

Plus complexes sont les roches de couleur claire: *rhyolites à hornblende*,

(1) Je dois au P. Muthuon et au lieutenant Carrier plusieurs échantillons de laves recueillis dans le Nord-Est et dans le Sud en dehors de mes itinéraires; j'en ai trouvé quelques autres dans la collection du Rév. Baron.

trachytes à biotite, *trachytes à riebeckite* ou à *ægyrine*, fréquemment quartzifères, *trachytes phonolitiques* et enfin véritables *phonolites*.

La succession dans le temps de ces diverses laves ne peut être que partiellement établie; je n'ai relevé de coupes un peu complètes que dans les ravins compris entre le Tsiafakafo et le Tsiafakafokely. A la base, se trouve une succession de coulées épaisses de basaltes à phénocristaux de plagioclases, recouvertes par une grande coulée de phonolite, sur laquelle s'est épanchée une néphélinite, qui constitue les hautes crêtes. En dehors de cette région centrale, partout où les basaltes feldspathiques se voient en relation avec des néphélinites, ces dernières sont les plus récentes; elles sont d'ailleurs toujours beaucoup plus intactes.

Quant aux trachytes à biotite, ils sont, eux aussi, postérieurs aux basaltes et peut-être ont-ils été suivis par une nouvelle venue basaltique. Les trachytes phonolitiques et les trachytes à métasilicates sodiques sont contemporains des phonolites.

Il est possible de préciser davantage en ce qui concerne la distribution de ces différentes roches dans l'espace. Les énormes épanchements de basaltes feldspathiques très fluides par lesquels ont débuté les phénomènes éruptifs, ont formé de longues coulées qui ont recouvert presque toute la surface du massif. Ces roches, en effet, apparaissent non seulement dans le fond de tous les ravins de la haute chaîne, mais se retrouvent aussi partout à la périphérie, même en des points où les coulées ne sont plus représentées que par des blocs en place dans la terre rouge, formant des lambeaux isolés à la surface du gneiss. Au sud d'une ligne joignant Ramainandro au mont Vohimena, c'est-à-dire dans près de la moitié du massif, je n'ai pas vu d'autres roches basiques.

Il me paraît vraisemblable que la plus grande partie de celles-ci ont été émises, non par un centre unique, mais par une série de centres orientés suivant une direction grossièrement Nord-Nord-Est, correspondant à la ligne de crête actuelle du massif ([1]). Tous mes efforts pour y trouver la place des cheminées éruptives par la recherche de la région des filons sont cependant restés sans résultat, soit que la partie centrale du vieux volcan n'ait pas été décapée par l'érosion, soit que mes itinéraires ne m'aient pas conduit aux endroits favorables.

([1]) Des points de sortie de moindre importance se trouvent dans le sud-ouest et le sud du massif. Aux environs du lac Anosy, au nord-est de Betafo, il existe des filons de basalte dans les schistes cristallins.

Après cette période paroxysmale du plus grand Ankaratra, qui a été la plus longue, les centres d'activité se sont localisés, puis déplacés.

J'ai trouvé une coulée de rhyolite sur le flanc occidental de l'Ankisarakisoa au sud de Faratsiho (sud-ouest du massif).

Des trachytes à biotite se voient en place à l'Ambohimirandrana dans la région centrale élevée, puis plus à l'Est dans la plaine, à Andraratikely et jusqu'au voisinage d'Ambatolampy. Des blocs trachytiques se trouvent plus au Nord dans un affluent du Katsaoka (région d'Ambohimandry), mais c'est surtout dans le Sud-Est que se rencontrent les trachytes à facies domitique ou à grands cristaux de sanidine, qui rappellent ceux du Pic du Sancy au Mont-Dore (Anjamana ; mont Famoizankova ; rive gauche du Sahatsio au nord d'Antsirabé, etc.).

Les trachytes phonolitiques et les trachytes à aegyrine ou riebeckite constituent de nombreux gisements entre le parallèle passant un peu au sud de Ramainandro et celui des marais de Vinaninony; les trachytes phonolitiques forment les dômes suivants: Ankazogoaika, Ampizarakisoa, Bezavona, Ambohitrakanga, Bongotana, Tsiazompaniry, Bevohoka et enfin une coulée à Faravohitra ; les trachytes à riebeckite ou aegyrine, les dômes de Marovitsika, Tokovaribolo, Ambohibory, Sarobaratra, Ambohimanentsina, et enfin exceptionnellement plus au nord, dans la vallée de la Manalalondo, la butte d'Ambatolovorona.

Quant aux phonolites, elles se rencontrent surtout dans cette même région de Vinaninony [monts Ambohitrakanga, Ankaranana, Tsiafakalika, Analamiantona (Sarobaratra) Maroparasy], mais dans la haute chaîne, elles forment aussi le Tsiafakafokely et quelques pitons situés au sud du Tsiafajavona.

Enfin, les néphélinites sont descendues dans toutes les directions des sommets principaux de la chaîne (Tsiafajavona, Tsiafakafo, Ankavitra); elles constituent aussi la plus grande partie des importantes coulées en forme de langues se dirigeant en éventail dans la direction du Nord (Laona, Bongotsara et Amboribory au nord-est de Manalalondo, Madiorano, Rantoandro, Andraokomby, Ambohibato, etc.); quelques-unes d'entre elles partent de la base des cônes voisins de la périphérie, tels que l'Ambohibololomlehibé et l'Ambohimahavony, dont la coulée est descendue jusqu'à Arivonimamo. Enfin le piton d'avant-garde du petit Vontovorona est constitué par la même roche.

Au point de vue de la topographie volcanique, la région trachytique et phonolitique de Faratsiho-Vinaninony est l'une des plus belles que je

connaisse pour l'étude des dômes trachytiques et phonolitiques, dômes complètement isolés sur une plate-forme granitique (Tsiazompaniry, rappelant le Gerbier des Joncs), ou alignés en grand nombre le long d'une même cassure (Tokovarivolo); coupoles ruinées (Marovitsika, Inanobé, Inanokely, Ambohitrakanga, etc.), qui surgissent de puissantes nappes basaltiques.

Cette topographie si spéciale et si pittoresque se retrouve à l'extrémité sud-ouest du Vakinankaratra dans un petit massif que je considère comme une dépendance de l'Ankaratra, bien qu'il en soit séparé par la large plaine d'Antsirabé et par l'arête granitique du Mandray. Une série de dômes de *trachytes phonolitiques* en forme de pains de sucre (Vontovorona), de château en ruines (Iankiana) ou de coupole (Hiaradramosa, Ambohitrarivo, Andriatsimitovy), orientés Est-Ouest, se dressent isolés sur un socle de granite d'une altitude d'environ 1900^{m}, qui est recouvert en partie par des flots de *basaltes* ayant coulé dans les vallées voisines. Il est bien vraisemblable que ces formations volcaniques doivent à tous égards être parallélisées avec celles de la région de Faratsiho et que les basaltes y sont antérieurs aux trachytes; mais cette région est couverte par un manteau ininterrompu et désespérément monotone de steppes herbeuses, à peu près désertes, dans lesquelles nous avons circulé pendant de longues journées sous le vent glacial d'août ([1]), sans avoir pu trouver nulle part de contact démonstratif à cet égard.

Il ne me reste plus qu'à m'occuper des volcans récents de l'extrême sud du massif. On y remarque des cônes tout à fait intacts, comme par exemple celui du Iakovo près de Betafo, du Vohitra près d'Antsirabé, puis des cônes possédant un cratère d'explosion entaillé à l'emporte-pièce dans le gneiss que recouvrent des matériaux volcaniques (lac Tritriva). C'est une région de grandes coulées basiques horizontales, les unes à surface plus ou moins érodée (la tranchée de la route d'Antsirabé à Ambositra montre l'une d'elles recouvrant des alluvions modernes à galets de trachyte); les autres à surface scoriacée remarquablement fraîche, véritables cheires, hérissées de petits cônes de lave (coulées du Iakovo et des rizières de Betafo); ces volcans n'ont fourni que des *basaltes feldspathiques*.

En terminant, je ferai remarquer qu'il est probable que les basaltes les plus anciens et que les dômes trachytiques et phonolitiques du massif de l'Itasy sont à paralléliser au point de vue de l'âge avec ceux du sud-ouest

---

([1]) La température de l'hiver dernier s'est souvent abaissée jusqu'à — 6° C.

de l'Ankaratra et que les laves récentes de ce même massif sont contemporaines de celles émises par les volcans de Betafo et d'Antsirabé, mais la discussion de cette question gagnera à n'être abordée qu'après l'étude minéralogique et chimique comparative des produits de ces deux centres volcaniques, étude qui fera l'objet d'une Note ultérieure.

AGRONOMIE. — *La quantité d'eau et la fréquence des arrosages, suivant les propriétés physiques des terres.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

Dans deux Notes précédentes ([1]), MM. Müntz et Faure ont exposé leurs recherches sur l'arrosage et montré que les propréités physiques des terres avaient une grande influence sur le succès ou l'insuccès des canaux d'irrigation. Nous avons, depuis, continué ces études, à la demande et avec l'appui de la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture.

Dès nos premiers travaux, nous avons été frappés de voir que des terres, arrosées avec des quantités d'eau identiques, différaient entre elles dans des proportions énormes, au point de vue de leur perméabilité, c'est-à-dire de leur aptitude à se laisser pénétrer par l'eau, et nous avons conclu de nos observations qu'il était illogique de leur faire des apports d'eau identiques. Nous avons montré que des insuccès constatés dans l'arrosage par les eaux de certains canaux n'étaient pas dus, comme on le pensait, à la qualité des eaux, mais bien à la nature physique des terres, et principalement à leur degré de perméabilité.

Ainsi, la région desservie par le canal de Saint-Martory, et qui s'étend des pieds des Pyrénées jusqu'à Toulouse, n'a pas vu sa prospérité augmenter par la création de ce canal, bien au contraire. Cela tient à la faible perméabilité des terres, qui ne peuvent absorber que partiellement l'eau qu'on leur donne et qui deviennent marécageuses.

De même, le périmètre arrosé par le canal de la Bourne, qui s'étend sur la rive gauche du Rhône, en aval de l'Isère, sur une longueur et une largeur d'environ 30^{km}, n'utilise pas fructueusement les eaux qni lui sont amenées. Nous avons montré que le terrain qui le forme est, contrairement aux précédents, d'une perméabilité extrêmement élevée, et que l'eau s'engouffre au premier contact, sans arriver à arroser les surfaces auxquelles elle est destinée.

De pareils résultats ont des conséquences très graves. Non seulement ils rendent inefficaces les grands sacrifices faits pour la création d'un canal, ils tendent à diminuer la valeur foncière de terrains grevés de redevances par l'usage de l'eau, mais encore ils jettent un discrédit sur la pratique des arrosages, qui, appliqués judicieu-

([1]) *Comptes rendus*, t. 143, p. 329, et t. 148, p. 1435.

sement, ont une si grande influence sur la richesse agricole des régions desservies. Nous étions arrivés à cette conclusion que l'étude des propriétés physiques des terres devait faire partie de l'établissement de l'avant-projet des canaux d'arrosage, pour s'assurer, au préalable, de l'opportunité de la création du canal, et, dans le cas affirmatif, du volume d'eau à amener, du module à adopter et du mode de distribution à employer.

Étant données les différences entre les diverses terres, dans la façon dont elles se comportent vis-à-vis de l'eau, et particulièrement de la perméabilité, qui permet de les classer selon une échelle que nous avons établie, nous avions d'abord pensé que les volumes d'eau à apporter devaient également être très différents, et non pas uniformes comme on le croyait jusque-là.

Mais, en étudiant les arrosages dans les diverses régions où cette pratique est courante, nous avons vu que la question était beaucoup plus complexe et que les variations de la nature physique des terres influaient plus encore sur le mode de distribution de l'eau que sur les quantités à donner.

Les arrosages sont pratiqués généralement pendant 6 mois, du 1er avril au 1er octobre; ils représentent un volume d'eau global qui peut être réparti en arrosages plus ou moins copieux, ou plus ou moins espacés. On sait que l'eau est amenée sur les parcelles à arroser par les ramifications du dernier ordre du réseau de distribution du canal, c'est-à-dire par les canaux tertiaires. Les usagers sont réunis en groupes plus ou moins nombreux, desservis chacun par un canal tertiaire particulier. La totalité de l'eau débitée par ce dernier est successivement mise à la disposition des arrosants pendant un temps déterminé et proportionnel à la surface arrosée. Il y a ainsi une rotation, entre les usagers d'un même groupe, qui correspond à l'intervalle auquel les arrosages sont effectués sur chaque parcelle. Afin que l'utilisation de l'eau soit complète, il faut d'avance calculer avec précision : 1° le débit du canal tertiaire que l'on appelle *module ;* 2° la durée de chaque arrosage qui, avec le module, détermine le volume d'eau utilisé ; 3° la période qui ramène l'arrosage sur chaque parcelle et qui fixe, d'autre part, la surface desservie par le canal tertiaire.

Les éléments précis de ce calcul manquent généralement aux ingénieurs chargés de l'étude des canaux d'irrigation et ils appliquent des règles uniformes, quelle que soit la nature des terres à irriguer. Cette façon de procéder peut convenir dans certains terrains qui ont justement la constitution de ceux où une pratique séculaire a fait admettre ces règles, mais, dans des cas très nombreux, les résultats de cette méthode ont été moins heureux.

C'est sur la détermination rationnelle de ces données que nous avons surtout porté nos efforts. Le problème est très complexe et ne peut être abordé en une seule série d'expériences. Nous n'avons envisagé que le cas de la prairie naturelle, qui peut servir de type, et que celui de la méthode par déversement, telle qu'elle est pratiquée dans la région des grands canaux d'irrigation de la France et de l'Étranger. Dans cette Note, nous ne parlerons que de la détermination des volumes d'eau à donner et des intervalles à laisser entre les arrosages.

Pour élucider ces problèmes, nous avons établi de nombreux champs d'expériences. Ceux-ci étaient choisis de façon à représenter des types de

terres variés et dans des régions où les arrosages sont installés depuis longtemps. Nous examinions la nature physique des terres, nous faisions varier les volumes d'eau et les intervalles entre les arrosages, et nous déterminions l'influence de ces variations sur les quantités de récolte produites.

Continuées pendant 4 années consécutives, ces observations nous ont fourni des renseignements sur les quantités d'eau les plus avantageuses à employer, sur la manière de les distribuer, en même temps sur les économies à réaliser, afin d'étendre les bienfaits de l'arrosage aux plus grandes surfaces possibles.

Ces champs d'expérience ont été répartis dans des terrains qui représentent un certain nombre de types distincts, au point de vue de leur constitution et de leurs propriétés physiques.

L'un d'eux a été établi dans les alluvions anciennes de la Garonne, à Fourcadel, aux environs de Toulouse, sur le périmètre du canal de Saint-Martory. Le sol y est constitué par une boulbène presque imperméable, limon à éléments siliceux extrêmement fins. Les arrosages n'y réussissent généralement pas, à tel point que beaucoup d'abonnés, dont les propriétés sont grevées d'une redevance vis-à-vis de la Compagnie concessionnaire du canal, renoncent à l'usage de l'eau. De là, une dépréciation de la valeur foncière. Un autre champ d'expériences a été installé à l'École d'Agriculture d'Ondes (Haute-Garonne), également dans la vallée de la Garonne, et arrosé par les eaux de ce fleuve. Il est sur des alluvions modernes, constituées par des limons argileux, peu perméables. L'arrosage y donne de bons résultats, surtout sur la deuxième et la troisième coupe. Un troisième champ d'expériences a été choisi aux environs de Cavaillon (Vaucluse), dans des terrains appartenant aux alluvions modernes de la Durance, plus légères, moins argileuses, dans une région arrosée par le canal mixte et où l'arrosage se pratique depuis des siècles avec grand succès. C'est la terre classique des arrosages. Trois autres champs d'expériences ont été établis sur le périmètre du canal de Carpentras, dans des alluvions anciennes d'une perméabilité notablement plus grande. Ce canal a apporté une grande richesse dans toute cette région. C'est un des rares canaux construits au XIXe siècle dont le succès ait été complet. Enfin, ces études se sont étendues au périmètre du canal de la Bourne aux environs de Valence (Drôme), dans des terrains extrêmement perméables, et où l'on constate un insuccès presque absolu.

Rapportés à l'échelle de perméabilité que nous avons établie, et dont chaque degré correspond à 1^{cm} de hauteur d'eau s'infiltrant dans l'espace d'une heure, ces divers champs d'expériences se classent de la manière suivante :

	Perméabilité.
Celui de Fourcadel	0,05 à 0,1
Celui d'Ondes	0,6
Celui de Cavaillon	2,0
Ceux de Carpentras	3, 10 et 12
Celui de Valence	50 à 60

Ces divers terrains ont donc été choisis de manière à représenter des perméabilités variant entre les limites les plus larges.

Dans chaque champ d'expériences, nous avions à déterminer :

1° La quantité d'eau la plus favorable au rendement de récolte, avec des arrosages effectués à des intervalles identiques;

2° L'influence sur le rendement de la répartition plus ou moins fréquente d'une même quantité globale d'eau.

Quantité d'eau à distribuer par arrosage. — Pour répondre à la première question, nous avons établi, dans chacun des champs d'expériences, une série de quatre calants, disposés selon la méthode provençale, de surface égale et de pente uniforme, limités par des bourrelets en terre. Sur le côté le plus élevé, on avait creusé une rigole dans laquelle l'eau était amenée avec un débit rigoureusement mesuré à l'aide d'un déversoir de jauge. Cette eau se répandait en nappe suivant les lignes de plus grande pente. Il est certain que pour que l'arrosage soit complet, il est nécessaire de le prolonger pendant un temps suffisant pour que l'eau atteigne les parties les plus basses du calant. Ce temps était noté. Nous avions ainsi le volume minimum d'eau pouvant arroser une surface donnée.

Ce volume varie, dans les divers champs d'expériences, avec la nature physique de la terre :

Stations.	Perméabilité.	Nombre de mètres cubes nécessaires pour arroser un hectare.
Fourcadel	0,05 à 0,1	150
Ondes	0,6	350
Cavaillon	2,0	360
Carpentras	3,0	460
»	10	570
»	12	550

S'il n'y a pas de rapport direct entre la perméabilité des terres et les quantités d'eau nécessaires pour les couvrir d'une nappe arrosante, il y a cependant un certain parallélisme.

Ces volumes étant pris pour unité, à chaque arrosage, le calant n° 1 recevait ce volume; le calant n° 2, 1 fois $\frac{1}{2}$; le calant n° 3, 2 fois ce volume; le calant n° 4 restait sans arrosage et servait de témoin.

Voici, à titre d'exemples, les rendements en foin sec par hectare pour les trois dernières années :

Stations.	Perméabilité.	Avec 1^{vol}.	Avec 1^{vol},5.	Avec 2^{vol}.	Témoin sans arrosage.
Fourcadel (1).	0,05 à 0,1	3930 kg	»	»	1345 kg
Ondes (1)....	0,6	4189	3870 kg	3897 kg	700
Cavaillon.....	2,0	12842	13390	13090	5666
Carpentras ...	3,0	13712	14030	12890	2677
» ...	10,0	14247	11699	13277	4762
» ...	12,0	13123	13149	12030	5411

Nous voyons que dans certains cas l'arrosage avec 1 volume, c'est-à-dire avec la quantité d'eau strictement nécessaire pour la faire arriver à l'extrémité du calant, s'est montré le plus favorable. S'il y a quelquefois une petite augmentation avec un arrosage plus copieux, elle n'est pas proportionnelle à la quantité d'eau dépensée en plus et tient plutôt aux irrégularités de la nature du terrain. C'est donc l'arrosage le plus réduit, c'est-à-dire celui qui correspond à la quantité juste nécessaire pour arriver à l'extrémité du calant qui doit être employé. C'est à tort que les agriculteurs demandent des arrosages plus abondants. Un excès constitue une perte d'eau qui pourrait être utilisée sur d'autres surfaces et peut même nuire au rendement en récolte. Cet excès s'écoule en effet dans les drainages ou les collatures et appauvrit le sol. Cette notion est de la plus haute importance pour l'utilisation au maximum de l'eau apportée par les canaux d'arrosage.

Espacement des arrosages. — Les arrosages se pratiquent à des intervalles variables. Étant donnée une même quantité globale d'eau, mise à la disposition de l'agriculteur, en combien d'arrosages et à quels intervalles doit-il la répartir pour avoir les plus fortes récoltes? Pendant 4 années, nous avons étudié ce point :

		Rendements à l'hectare obtenus avec des arrosages tous les				Témoins sans arrosage.
Stations.	Perméabilité.	3 jours $\frac{3}{4}$.	7 jours $\frac{1}{2}$.	15 jours.	22 jours $\frac{1}{2}$.	
Fourcadel (1)..	0,05 à 0,1	4075 kg	3930 kg	3600 kg	2410 kg	1375 kg
Ondes (1).....	0,6	3460	4287	3820	2400	710
Cavaillon	2,0	12827	13541	11939	12005	5721
Carpentras....	3,0	13888	13680	11026	9662	3340
»	10,0	15578	13882	12201	10086	4429
»	12,0	12978	12078	11246	8413	4009

On voit d'une façon très nette que si l'arrosage le plus répété a souvent

(1) Pour les deux dernières coupes seulement.

abouti à une augmentation de récolte, cette augmentation n'est pas assez régulière, ni assez forte, pour compenser la main-d'œuvre supplémentaire occasionnée par un travail plus fréquent. D'une manière générale, c'est un arrosage pratiqué tous les 7 ou 8 jours qui est, en temps normal, le plus avantageux. Des arrosages plus espacés, tous les 15 jours, et surtout toutes les 3 semaines, donnent des résultats notablement inférieurs.

Il n'est donc pas indifférent de donner un même volume global d'eau en des arrosages plus ou moins fréquents; mais il faut faire entrer dans le calcul du prix de revient de la plus-value de récolte, les frais de main-d'œuvre que demande la multiplicité des arrosages.

Débit continu. — La connaissance du volume d'eau par arrosage et la fréquence de ceux-ci permet de calculer la quantité totale d'eau à donner pendant la période culturale. Si l'on rapporte ce volume à la surface d'un hectare et à la durée d'une seconde, on obtient ce qu'on appelle le *débit continu*, dont la connaissance est très importante, puisqu'elle sert de base à la dotation et à la construction du canal principal, ainsi qu'aux transactions entre les intéressés et la Compagnie concessionnaire. Jusqu'à présent, on estimait que ce débit continu devait être uniformément, pour tous les terrains, voisin de 1^l.

Or il résulte de nos observations qu'il devrait être :

Pour Fourcadel, de $0^l,23$ au lieu de $0^l,75$, débit réglementaire.
Pour Ondes, de $0^l,54$, non fixé.
Pour Cavaillon, de $0^l,55$, non fixé.
Pour Carpentras, $0^l,71$ à $0^l,85$ au lieu de $1^l,275$, débit réglementaire.

variant ainsi avec la nature physique des terres.

Il y a donc ordinairement un véritable gaspillage d'eau. L'intérêt général veut qu'on limite l'usage de l'eau à la quantité réellement utile, afin que celle-ci, qui est rare, serve aux plus grandes surfaces possibles, en augmentant ainsi la fortune publique. Et ce ne serait pas au détriment de l'intérêt particulier, au contraire, car l'abus de l'eau est souvent nuisible. Ainsi l'arrosage donne de mauvais résultats sur le périmètre du canal de Saint-Martory, surtout parce que la quantité d'eau employée est trop forte. L'agriculteur, qui a payé cette eau, croit utile de l'employer toute, ce qui est souvent une erreur; l'usage modéré le conduirait à de meilleurs résultats et l'eau ainsi rendue disponible pourrait servir à étendre considérablement les surfaces arrosées. On voit donc quel intérêt s'attache à ces

considérations, au point de vue des canaux déjà existants et surtout à celui des canaux dont la construction est projetée.

L'idéal d'un arrosage serait en réalité de donner à la terre la quantité d'eau strictement nécessaire pour la production de la récolte maxima à obtenir. Or nous avons déterminé, à la Station de Chimie végétale de Meudon, l'évaporation de l'eau qui correspond à la formation du kilogramme de récolte sèche et nous avons trouvé qu'elle était en moyenne de 550^l. D'après cette donnée, il faudrait, pour les plus-values de récolte procurées par l'irrigation, la quantité d'eau suivante :

	Plus-value de récolte.	Quantités d'eau évaporées par la récolte.	Quantités d'eau données usuellement.
	kg	m³	m³
Fourcadel	2700	1485	5880
Ondes	3500	1925	3500
Carpentras	10000	5500	20700

Il y a donc une grande exagération dans les quantités données, mais il faut considérer qu'un canal d'irrigation doit être aménagé pour suffire aux besoins pendant les périodes de plus grande sécheresse. Si nous refaisons ces calculs pour une coupe de regain pendant une période pareille, nous obtenons les chiffres suivants :

Stations.	Plus-value de fourrage fournie par l'arrosage.	Nombre des arrosages.	Par arrosage. Volume d'eau donné usuellement.	Par arrosage. Volume d'eau utilisé par la plante.
			m³	m³
Fourcadel	2200	6	490	202
Ondes	2225	4	500	306
Carpentras	4330	8	830	298

Ces données, quelque peu abstraites, montrent que les besoins réels en eau sont notablement dépassés par la pratique, qui ne peut pas atteindre des quantités idéales, mais dont les efforts doivent tendre à en approcher.

M. **Ch. Lallemand** présente à l'Académie, de la part du Service géographique de l'Armée, la première feuille, éditée en France, de la Carte du monde au millionième : la feuille de Paris.

Un crédit de 140000^{fr}, réparti en dix annuités, a été prévu au budget pour l'exécution de la part incombant à la France dans cette grande œuvre internationale.

PHYSIQUE. — *Rotations produites par le champ magnétique dans l'air ionisé à basse pression.* Note de M. **Auguste Righi.**

En dehors de la variation de vitesse du moulinet à ailettes inclinées, que produit le champ magnétique, constatée à l'occasion des expériences décrites dans une Note précédente [1], j'ai eu à observer certaines rotations, qui ne se produisent que sous l'action du champ. Pour les obtenir on emploie un moulinet à ailettes verticales, formé par exemple de deux lames rectangulaires se coupant à angle droit. Lorsque des étincelles éclatent entre les électrodes H, K, dans l'air à quelques dixièmes de millimètre de pression (voir la figure 2 de la Note précédente), un moulinet de cette espèce ne tourne pas, quelle que soit la hauteur à laquelle il est placé; mais aussitôt qu'on excite le champ dirigé verticalement au moyen de la bobine NN, le moulinet tourne plus ou moins vivement, même s'il est à quelques centimètres au-dessous de l'étincelle. La rotation change de sens si l'on invertit le courant dans la bobine.

Renvoyant à d'autres publications pour les détails, j'exposerai ici l'explication de ces faits nouveaux, à laquelle je suis enfin parvenu.

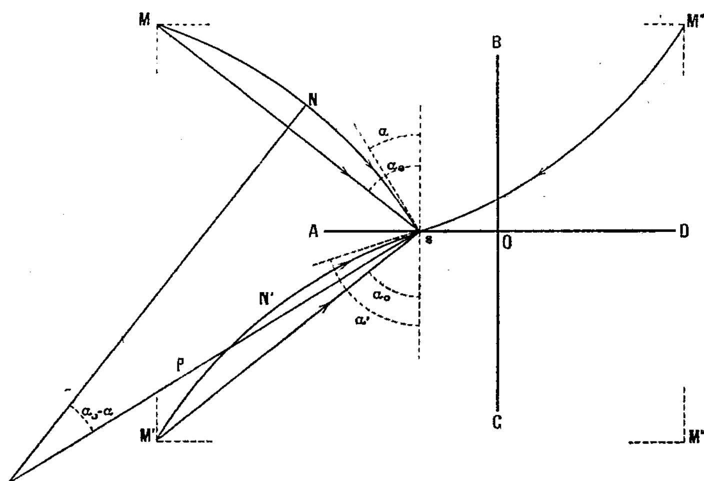
J'ai montré déjà que des électrons et des ions sont lancés par l'étincelle dans toutes les directions. Entre deux chocs, ils parcourent en général des chemins sensiblement rectilignes, qui deviennent des hélices à axe vertical dès qu'on crée le champ. Le rayon ρ de la circonférence, projection d'une de ces hélices sur un plan horizontal est $\rho = \frac{mu}{He}$, si u est la composante horizontale de la vitesse de la particule (électron ou ion), m sa masse, e la charge et H l'intensité du champ.

Cela posé, considérons d'abord le phénomène dans un plan horizontal (pris comme plan de figure), et soit s un élément plan d'une des ailettes AO du moulinet, M un point duquel, après une dernière collision, un ion se dirige sur s. Cet ion choque l'ailette sous un angle d'incidence α_0, et la composante normale de sa vitesse tend à faire tourner le moulinet (dont l'axe est projeté en O); mais cet effet est exactement compensé par l'ion qui part de M', point symétrique de M par rapport à AO. Or, s'il y a champ magnétique, lesdits ions parcourent des arcs de cercle MNs, M'N's, de rayon ρ; les incidences deviennent respectivement $\alpha < \alpha_0$ et $\alpha' > \alpha_0$, et

---

[1] Séance du 15 janvier 1912.

la compensation n'a plus lieu. Toutefois elle se rétablirait encore si les ailettes OB, OC n'existaient pas. En effet les ions provenant des deux points M″, M‴, symétriques de M, M′, par rapport au point *s*, donnent évidemment un effet résultant égal et contraire à celui des ions partis de M



et M′; mais les ailettes OB, OC les arrêtent avant qu'ils arrivent à l'ailette OA.

Posant $Ps = a$, $PM = b$, $Ms = d = \sqrt{a^2 + b^2}$, on trouve aisément

$$\cos\alpha = \frac{b}{2\rho d}\sqrt{4\rho^2 - d^2} + \frac{a}{2\rho}, \qquad \cos\alpha' = \frac{b}{2\rho d}\sqrt{4\rho^2 - b^2} - \frac{a}{2\rho},$$

d'où $\cos\alpha - \cos\alpha' = \frac{a}{\rho}$. L'effet produit par les ions provenant de M et M′ est donc proportionnel à $a:\rho$.

Tout autre couple de points analogue au couple M, M′ donnera un résultat semblable. En outre, on se persuadera facilement que les ions se mouvant obliquement donneront des effets analogues, et concordant relativement au sens dans lequel ils font tourner le moulinet.

Si dans l'espace où se trouve le moulinet il y avait autant d'électrons et d'ions négatifs (pris ensemble) que d'ions positifs, et si le produit *mu* avait pour tous la même valeur (ce qui semble avoir lieu, vu la manière probable dont l'air reste ionisé par l'étincelle) il y aurait compensation entre les effets contraires des particules positives et des particules négatives. Mais vraisemblablement, près de l'étincelle, il y aura plus d'ions positifs que de particules négatives, les électrons s'échappant plus vite. L'expérience

montre que la rotation s'accomplit en effet dans le sens qu'on prévoit en prenant en considération les particules positives. On prévoit, et l'expérience en donne la confirmation, des rotations de sens contraire là où, pour un motif quelconque, l'effet des particules négatives est prépondérant, par exemple à une distance suffisante de l'étincelle, ou près d'une large cathode horizontale.

Cette théorie fait prévoir que tout corps mobile autour d'un axe parallèle à la direction du champ doit tourner comme le moulinet mais, cette fois, par effet des composantes tangentielles des vitesses, pendant que les composantes normales se compensent. Il serait facile d'en donner une démonstration générale pour des corps de révolution, mais la considération suivante, où il s'agit d'un cylindre vertical, permet de s'en persuader aisément.

Soit s un élément de la surface du cylindre. Les composantes tangentielles des vitesses des ions qui, partis de M et de M″, arrivent en s seront proportionnelles à $\sin\alpha$ et à $\sin\alpha'$, avec $\alpha < \alpha_0$, $\alpha' > \alpha_0$ (α' est l'angle d'incidence de l'ion provenant de M″). On trouve facilement

$$\sin\alpha = \frac{a}{2\rho d}\sqrt{4\rho^2-d^2}+\frac{b}{2\rho}, \qquad \sin\alpha' = \frac{a}{2\rho d}\sqrt{4\rho^2-d^2}-\frac{b}{2\rho},$$

d'où

$$\sin\alpha' - \sin\alpha = \frac{b}{\rho}.$$

Lesdites composantes tangentielles ne sont pas égales, comme elles l'étaient avant la création du champ, et leur différence, proportionnelle à $\frac{b}{\rho}$, tend à déplacer l'élément s dans son plan. Cela a lieu, et dans un sens toujours le même, pour tout autre élément de la surface du cylindre (dont l'axe, normal au plan de la figure, a sa projection quelque part sur la normale à l'élément s), et aussi par l'effet de tout autre couple de points analogue à M et M″, même si ces points ne sont pas dans le plan horizontal passant par s.

J'ai obtenu de semblables rotations de corps pouvant tourner facilement (boules très minces de verre, cylindres de papier, etc.) dès mon premier essai, lorsque j'ai voulu vérifier cette remarquable prévision théorique.

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre de l'Intérieur** invite l'Académie à lui présenter une liste de trois de ses Membres, sur laquelle il désignera celui qui sera appelé à siéger, pour trois ans, au *Conseil supérieur d'Hygiène publique* de France, M. E. Roux, membre sortant, étant rééligible.

L'Académie, conservant les présentations antérieures, désigne :

En première ligne.................... M. **E. Roux**

En seconde ligne, par ordre alphabétique..... M. **Dastre**, M. **Laveran**

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger vacante par le décès de Sir *Joseph Dalton Hooker*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie, doit comprendre trois Membres de la Division des Sciences mathématiques et trois Membres de la Division des Sciences physiques.

MM. **Darboux**, **Deslandres**, **Baillaud**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Ph. van Tieghem**, **Y. Delage**, **Roux**, pour les Sciences physiques, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1912.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Bordin (Sciences naturelles). — MM. Perrier, Guignard, Delage, Bouvier, Labbé, Henneguy, Mangin.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Roux, Dastre.

Prix Saintour. — MM. Ph. van Tieghem, Armand Gautier, Guignard, Müntz, Roux, Bouvier, Maquenne.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Zeiller, Dastre.

Prix Caméré. — MM. Léauté, Humbert, Alfred Picard, Vieille, Le Chatelier, Carpentier, Lecornu.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Poincaré, Carnot.

Prix Houllevigue. — MM. Darboux, Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Perrier, Violle, Deslandres.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Armand Gautier, Zeiller.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la place de Membre titulaire vacante, dans la Section d'Astronomie du Bureau des Longitudes, par suite du décès de M. *Radau*.

(Renvoi à une Commission composée de MM. les Membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie, de Géographie et Navigation, et du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques.)

M. **A. Le Dentu** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *O.-M. Lannelongue*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Service géographique de l'Armée. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1910.

2° et 3° *La rotation de la Terre, ses preuves mécaniques anciennes et nouvelles*, par J.-G. Hagen; *Appendice, les preuves de M. Kamerlingh Onnes*, par J. Stein. *Calixte III et la comète de Halley*, par J. Stein. (Publications de l'Observatoire du Vatican.)

4° Francis Marre. *Défendez votre estomac contre les fraudes alimentaires.* (Présenté par M. Edmond Perrier.)

5° Paul Doumer, *La métallurgie du fer.* (Présenté par M. d'Arsonval.)

ASTRONOMIE. — *Sur la condensation de la nébuleuse solaire, dans l'hypothèse de Laplace.* Note de M. du Ligondès, présentée par M. Poincaré.

M. Maurice Fouché a déjà signalé la prodigieuse condensation que devait avoir, dans l'hypothèse de Laplace, la nébuleuse solaire dès la formation de Neptune. Je voudrais faire ressortir l'allure bizarre que suit ultérieurement cette condensation.

En prenant pour unités le rayon du Soleil, sa masse et le jour moyen, le moment de rotation du Soleil supposé homogène, $\omega \times \frac{2}{5}MR^2$, est (puisque M et R sont égaux à l'unité)

$$\frac{2\pi}{26} \times \frac{2}{5} = 2\pi \times 0{,}015\,385.$$

Celui du mouvement orbital de l'ensemble des planètes a pour valeur totale

$$2\pi \times 0{,}448\,748.$$

On a donc, pour le système solaire tout entier,

$$\omega I = 2\pi \times 0{,}464\,133.$$

Or le moment de rotation, ωI_0, d'un ellipsoïde homogène, de même masse que le Soleil et l'ensemble des planètes, s'étendant jusqu'à l'orbite de Neptune, et tournant avec la vitesse angulaire de cette planète, serait

$$\frac{2\pi}{60\,181}\left(1 + \frac{1}{745}\right) \times \frac{2}{5} \times \overline{6490}^2 = 2\pi \times 280{,}33,$$

chiffre 604 fois plus fort que le précédent.

Après la séparation de l'anneau de Neptune, le moment de rotation de la nébuleuse restante est diminué de la quantité correspondant au mouvement de cette planète. Le total devant rester constant, une simple soustraction permet d'obtenir le moment de rotation de la nébuleuse à la formation de l'anneau suivant. Un calcul semblable à celui qui a été fait pour Neptune donne la valeur de la condensation à la même époque.

Voici un Tableau indiquant :

1° Le moment de rotation de la nébuleuse à la formation de chaque planète, ωI;

2° Ce que serait ce moment de rotation dans le cas de l'homogénéité, ωI_0;

3° La condensation nécessaire pour le ramener à sa véritable valeur, rapport $\frac{I_0}{I}$.

A hauteur de	ωI.	ωI_0.	$\frac{I_0}{I}$.
	$2\pi\times$	$2\pi\times$	
Neptune	0,464133	282,33	604
Uranus	0,427898	222,40	520
Saturne	0,403602	156,80	389
Jupiter	0,291654	115,44	396
Mars	0,016091	62,45	3881
La Terre	0,016041	50,59	3154
Vénus	0,015662	43,03	2747
Mercure	0,015398	31,48	2044

De Neptune à Saturne la condensation diminue; à hauteur de Jupiter elle augmente un peu; puis elle fait un saut énorme entre les orbites de Jupiter et de Mars, après quoi elle recommence, contre toute vraisemblance, à diminuer jusqu'à Mercure.

Il est déjà bizarre que, pour abandonner l'anneau de Jupiter, le plus considérable de tous, la nébuleuse ait dû accroître sa condensation ; le prodigieux accroissement qui suit la formation de cette planète est encore plus surprenant. L'allure générale de la condensation montre que, au contraire, la matière tend à s'élever dans l'atmosphère. Il semble que l'énorme masse de Jupiter ayant exigé le rassemblement près de l'équateur d'une grande partie de la matière atmosphérique, le reste de la nébuleuse, pour ne pas violer le principe des aires, ait ralenti sa rotation. La vitesse ainsi diminuée n'a pu atteindre la valeur nécessaire à la séparation de l'anneau martien que par une précipitation intense de la matière vers le centre. Après cette chute, les molécules ayant repris leur mouvement ascensionnel, on ne comprend pas pourquoi celles qui restaient en deçà de l'anneau de Mercure sont ensuite retombées sur le Soleil.

Entre Jupiter et Mars, pendant que la nébuleuse regagnait la vitesse perdue, la force centrifuge équatoriale a toujours été une petite fraction de la pesanteur. Aucun anneau n'a donc pu se former dans cet intervalle. Comment expliquer alors l'existence des nombreuses petites planètes ?

ASTRONOMIE. — *Sur un régulateur thermique de précision.*
Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Appell.

Dans une récente Note ([1]) M. Henri Parenty revendique la priorité du régulateur thermique de précision que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([2]) et qui aurait été décrit par lui dans une Note aux *Comptes rendus* du 27 avril 1896.

J'ignorais complètement la Note en question de MM. Parenty et Bricard et je n'ai pas eu connaissance du mode de régulation thermique indiqué par eux et qui, du moins à ma connaissance, ne paraît avoir été ni réalisé ni appliqué réellement.

M. Parenty déclarant que l'appareil que j'ai expérimenté et présenté a été décrit « complètement » par lui en 1896, je crois indispensable de préciser exactement et de montrer qu'il y a entre les appareils décrits par lui et celui indiqué par moi-même des différences profondes et capitales. Sans doute, il y a dans tous deux des fléaux de balance et des cuvettes à mercure, mais avec des caractères d'équilibre essentiellement différents, s'excluant en quelque sorte réciproquement, et c'est justement dans le caractère d'équilibre que j'ai indiqué que réside, en ce qui concerne la régulation, le secret de la précision. D'ailleurs les appareils de MM. Parenty et Bricard sont surtout des thermomètres; à la fin de leur Note, ils en déclarent seulement, sans préciser, l'application possible à la régulation thermique. Or certains détails, comme la liaison du fléau à une valve à gaz, seraient ici particulièrement importants; une telle liaison est singulièrement délicate quand il s'agit du fléau d'une balance auquel on doit laisser une entière liberté si l'on veut obtenir de la précision.

Mais ce n'est pas là le point essentiel. Les appareils de MM. Parenty et Bricard peuvent être sans doute de bons thermomètres, en admettant qu'ils puissent être pratiques, mais ne peuvent être des régulateurs de précision. Le premier alinéa de leur Note est en effet ainsi conçu :

« Les expériences que nous avons l'honneur de résumer ici ([3]) ont eu pour but d'appliquer à la mesure, l'enregistrement, la régulation des températures une méthode, fondée sur la dilatation des gaz ou sur la tension des vapeurs saturées et qu'on peut

([1]) *Comptes rendus*, 5 février 1912.
([2]) *Comptes rendus*, 22 janvier 1912.
([3]) Il n'est pas question d'expériences de régulation.

formuler comme il suit : faire agir la chaleur sur un système mobile autour de ses points de suspension, *de manière qu'à chaque température corresponde une position d'équilibre déterminée de ce système.* »

Or un tel principe donné comme fondement aux appareils en question *ne peut conduire à une régulation de précision;* bien plus, *il doit en être soigneusement exclu* (et il l'est, en effet, dans l'appareil que j'ai décrit).

Soit, en effet, θ la température d'une enceinte à régler, chauffée au gaz par exemple; θ dépend de l'ouverture d'admission ω du gaz chauffant, de sa pression p, de la tempérture t du milieu ambiant, du rayonnement ρ, etc., de sorte qu'on peut écrire, en régime d'équilibre,

$$\theta = \mathrm{F}(\omega, p, t, \rho). \tag{1}$$

Introduisons dans cette enceinte un régulateur à équilibre déterminé, mais variable avec θ, du genre par exemple de ceux décrits par MM. Parenty et Bricard. A chaque valeur de θ, en supposant la liaison réalisée avec l'ouverture d'admission, le régulateur fait ainsi correspondre une valeur pour ω,

$$\omega = \varphi(\theta). \tag{2}$$

Dans le régime qui s'établit, les variables θ, ω, p, t, ρ satisferont simultanément aux relations (1) et (2) et à celles-là seulement. En éliminant ω et résolvant par rapport à θ, on en tirera l'expression

$$\theta = \Phi(p, t, \rho) \tag{3}$$

qui définira le régime réglé. Une seule variable a disparu, *le régime reste dépendant des autres variables*, p, t, ρ. Tous les régulateurs à équilibre stable ont ce même inconvénient de constatation courante; l'*élimination des variables est incomplète* (par exemple la température varie si la pression du gaz chauffant varie). Tels sont les régulateurs à dilatation, tels seraient les appareils de MM. Parenty et Bricard si on les avait réellement expérimentés à ce point de vue.

Voici maintenant la différence profonde avec les régulateurs à *équilibre indifférent sous le régime normal et instable par rapport aux écarts infiniment petits à ce régime.*

Nous avons toujours entre la température θ à régler et les variables la relation

$$\theta = \mathrm{F}(\omega, p, t, \rho). \tag{1}$$

Le régulateur est tel, que pour lui *aucun équilibre n'est possible, sauf pour une seule température* θ_0, et sous cette température *l'équilibre est indifférent*, de sorte que pour $\theta = \theta_0$ *l'ouverture d'admission* ω *du gaz chauffant reste arbitraire*. En dehors de θ_0, aucun équilibre n'est possible ; quel que soit ε, si $\theta = \theta_0 + \varepsilon$, le régulateur s'éloigne indéfiniment de sa position d'équilibre, dans un sens ou dans l'autre, suivant le signe de ε. Ici, statiquement, aucune autre température que θ_0 n'est possible (en supposant les liaisons disposées dans le sens convenable); comme ω est arbitraire pour $\theta = \theta_0$, *cette variable s'harmonise à chaque instant avec les valeurs actuelles des autres variables pour donner précisément la température* θ_0 (¹). Toutes les variables sont éliminées à la fois et ω reflète leurs variations. Dynamiquement, toute perturbation infiniment petite du régime θ_0, entraînant une déformation infiniment grande du régulateur, la réaction et l'amortissement sont rapides et énergiques.

Tels sont les résultats qu'indique la théorie et que confirme l'expérience; c'est là *le principe essentiel qui seul conduit à la régulation de précision et dans lequel j'ai conçu l'appareil que j'ai décrit*, en utilisant pour produire l'équilibre indifférent cette propriété des vapeurs saturantes d'*occuper sous une même pression un volume variable*. Ce principe, général et fécond, non seulement n'est pas indiqué, *mais il est au contraire essentiellement exclu dans les appareils de MM. Parenty et Bricard*, qui, par conséquent, sous les formes qu'ils ont indiquées, ne peuvent en aucune manière être utilisés comme régulateurs de précision.

ASTRONOMIE. — *Résultats des déterminations des coordonnées géographiques de la station astronomique du Pic du Midi de Bigorre, au moyen de l'astrolabe à prisme et de l'heure radiotélégraphiée de Paris.* Note de M. **Émile Rabioulle**, présentée par M. B. Baillaud.

Nous avons cru intéressant de mettre à profit une courte mission à l'Observatoire du Pic du Midi, pour déterminer la longitude et la latitude de la station astronomique par des procédés récents. Une antenne en forme

(¹) Ici, en raison des difficultés très grandes à lier le fléau à l'appareil chauffant, tout en lui laissant son entière liberté, j'ai préféré une liaison discontinue électrique, en évitant par un dispositif spécial les brusques variations de poussée. La régulation devient discontinue, mais l'amplitude des oscillations est pratiquement négligeable.

de V dont les branches mesuraient 67^{m} et 83^{m} a été largement suffisante pour la réception des signaux horaires de Paris. Nous n'avions à notre disposition que deux chronomètres emportés de l'Observatoire de Toulouse : le 405 Winnerl (temps moyen), et le 999 Bréguet (temps sidéral). Cinq séries d'observations furent effectuées sur la terrasse de l'Observatoire, en un point qui fut repéré par rapport au centre de la coupole de la station astronomique. A la pierre géodésique qui termine le Pic (2877^{m} d'altitude), nous n'avons fait que deux séries; l'installation et la manœuvre de l'instrument dans l'obscurité présentant en cet endroit assez de difficulté. De plus, il a été impossible, en raison du peu d'espace dont on disposait, de s'abriter du vent qui fut toujours très vif.

Nous observions plusieurs circumméridiennes Nord et Sud à chaque série, sauf à celle du 18 août, où la violence du vent obligea d'interrompre les observations. L'agitation de la surface du mercure était telle que les images réfléchies ne se distinguaient plus. Nous attribuons aux conclusions des poids basés sur le nombre d'étoiles (26 au maximum), et la cohésion des droites de hauteur.

Les longitudes ainsi obtenues étant affectées de la correction possible de l'heure radiotélégraphiée, nous avons demandé à M. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Paris, de vouloir bien nous les faire communiquer. M. Boquet, chef du service méridien et de l'heure, nous a transmis les corrections suivantes : $-0^{s},15$ provenant d'une différence entre le top de la pendule et le bruit de l'échappement, et $-0^{s},09$ pour ramener l'heure du méridien de la lunette à celle du méridien officiel de Cassini. Aucune erreur fortuite n'a pu nous être signalée.

Nous avons obtenu pour la terrasse de l'observatoire du Pic du Midi :

Date. 1911.	Longitude ouest.	Corr.	Poids.	Latitude.	Poids.
Août 12.....	$8^{m}46^{s},91$	$-0^{s},24$	0,5	42°56′30″,0	0,5
» 17.....	8.46,96	−0,24	1	42.56.31,1	1
» 26.....	8.46,86	−0,24	1	42.56.31,2	0,5
» 28.....	8.46,67	−0,24	2	42.56.30,8	0,5
» 29.....	8.46,61	−0,24	2	42.56.30,6	1
Moyenne pondérée.	8.46,74	−0,24		42.56.30,8	

Les coordonnées du centre de la coupole s'en déduisent en ajoutant respectivement à ces nombres $+0^{s},14$ et $+0'',7$.

On a donc pour longitude et latitude conclues du centre de la coupole :

Longitude ouest..................	$8^m 46^s,64$
Latitude nord....................	$42°56'31,5$

Pour la pierre géodésique nous obtenons :

Date. 1911.	Longitude. ouest.	Corr.	Poids.	Latitude.	Poids.
Août 16....	$8^m 47^s,30$	$-0^s,24$	1	$42°56'35'',7$	1
» 18....	$8^m 47^s,34$	$-0^s,24$	0,3	$42°56'35'',6$	0,2

c'est-à-dire :

Longitude ouest..................	$8^m 47^s,07$
Latitude nord....................	$42°56'35'',7$

Il est intéressant de comparer ces derniers nombres avec ceux que donne la *Description géométrique de la France* (*Connaissance des Temps*, p. 12) :

Longitude........................	$8^m 47^s,2$
Latitude.........................	$42°56'17''$

Nos latitudes sont rapportées à la normale au géoïde ou surface équipotentielle du lieu. La différence considérable existant entre elles et celle de la *Description géométrique de la France* par le colonel Puissant (1832), qui est rapportée à la normale à l'ellipsoïde de référence, ne peut s'expliquer que par une déviation de la verticale.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Allure d'une transcendante entière.* Note de M. MICHEL PETROVITCH, présentée par M. Émile Picard.

La transcendante

$$\theta(z) = 1 + \frac{z^2}{4} + \frac{z^3}{27} + \ldots = \sum_0 \frac{z^n}{n^n}$$

se présente dans plusieurs problèmes d'Analyse, soit comme élément de réduction dans les calculs, soit comme élément de comparaison pour les fonctions qu'on étudie.

Ainsi elle est l'élément de réduction pour un grand nombre d'intégrales définies. L'aire, par exemple, limitée par l'axe des x, les ordonnées correspondant à $x = 0$ et $x = 1$, et l'arc d'une intégrale quelconque d'une équa-

tion linéaire

$$f_0(x)\frac{d^k y}{dx^k}+f_1(x)\frac{d^{k-1}y}{dx^{k-1}}+\ldots+f_{k-1}(x)\frac{dy}{dx}+f_k(x)y=0$$

réductible à l'aide du changement

$$x\log x = t$$

à une équation linéaire à coefficients constants (E), se calcule à l'aide de la transcendante $\theta(z)$, ses dérivées et les racines de l'équation caractéristique rattachée à (E).

Le rôle de $\theta(z)$ comme élément de comparaison se manifeste, par exemple, dans les propositions suivantes :

1° Le module d'une fonction entière $f(z)$ du genre zéro et de type canonique est toujours inférieur à la valeur de l'expression $\lambda(\mu er)$, où $r=|z|$ et μ = constante réelle positive, ayant pour valeur la somme des inverses de modules des zéros de $f(z)$;

2° $\varphi(z)$ étant une fonction à zéros dont les modules sont supérieurs aux modules des inverses des coefficients de même rang d'une fonction entière du genre zéro et de type canonique, le module de $\varphi(z)$ est toujours inférieur à la valeur

$$e^{r\theta(\lambda e)},$$

où $r=|z|$ et λ = une constante réelle positive, ayant pour valeur la somme des modules des inverses des zéros de $\varphi(z)$.

On démontre des propositions pareilles par les procédés ordinaires de la théorie des fonctions entières; elles ne sont ici citées que pour donner un exemple du rôle de $\theta(z)$ comme élément de comparaison.

La transcendante $\theta(z)$ est une fonction entière de z dont j'indiquerai ici quelques particularités d'allure. D'abord, elle se laisse exprimer par l'intégrale définie

$$(1)\qquad \theta(z)=\int_0^1 (1+z\,e^{zu})\,dt \qquad (u=-t\log t),$$

et ses dérivées successives par les intégrales

$$(2)\qquad \frac{d^k\theta}{dz^k}=\int_0^1 u^{k-1}(k+zu)\,e^{zu}\,dt.$$

Les expressions (1) et (2) conduisent directement aux inégalités

$$|\theta(z)| < 1 + r e^{\frac{r}{e}},$$

$$\left|\frac{d^k\theta}{dz^k}\right| < k!\left[\frac{1}{k^k} + \frac{r}{(k+1)^{k+1}}\right] e^{\frac{r}{e}},$$

ou bien encore

$$\left|\frac{d^k\theta}{dz^k}\right| < (ke + r)\frac{\theta(r) - 1}{r e^k},$$

où $r = |z|$, ainsi qu'à d'autres inégalités pour $\theta(z+\alpha)$, $\theta^k(z+\alpha)$ ou pour les limites supérieures de $\theta(z)$.

Lorsque z tend vers l'infini dans une direction quelconque à droite de l'axe imaginaire, le module de $\theta(z)$, ainsi que celui d'une quelconque de ses dérivées, augmente indéfiniment; pour les directions à gauche de cet axe, le module de $\theta(z)$ tend vers 1 et celui d'une quelconque de ses dérivées vers zéro.

Lorsque z augmente indéfiniment dans la direction des valeurs réelles positives, $\theta(z)$ a comme valeur asymptotique l'expression

$$\lambda e^{\frac{z}{e}}\sqrt{z} \qquad \text{avec} \qquad \lambda = \sqrt{\frac{2\pi}{e}},$$

et la valeur asymptotique de $\theta^{(k)}(z)$ sera

$$\mu e^{\frac{z}{e}}\sqrt{z} \qquad \text{avec} \qquad \mu = \sqrt{\frac{2\pi}{e^{2k+1}}}.$$

La fonction $\theta(z)$ a deux zéros réels, négatifs tous les deux et compris, l'un entre $-1{,}405$ et $-1{,}406$, le second entre -39 et -40; elle a, en outre, une infinité de zéros imaginaires dont les modules croissent au moins aussi vite que leur rang.

La courbe $y = \theta(x)$ a la droite $y = 1$ comme asymptote pour $x = -\infty$; lorsque x croît de $-\infty$ à $+\infty$ la courbe commence par décroître, coupe l'axe des x, atteint un minimum négatif $y = -0{,}68772, \ldots$, pour une valeur négative de x, à partir de laquelle elle commence à croître, coupe de nouveau l'axe des x, ensuite l'axe des y au point $y = 1$, et croît indéfiniment en tendant asymptotiquement vers la courbe

$$y = \lambda\sqrt{x}\, e^{\frac{x}{e}}.$$

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une représentation des idéaux.* Note de M. **A. Chatelet**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Communication précédente [1] j'ai indiqué une méthode de représentation des entiers algébriques d'un corps par des tableaux à termes entiers de même *opérateur:*

$$T[\lambda_i]T^{-1} = X. \tag{1}$$

Je voudrais montrer comment cette représentation permet de ramener la divisibilité et le calcul des *idéaux* à la divisibilité et à des calculs de tableaux à termes entiers.

1. Étant donnés des tableaux [2] à termes entiers rationnels U, V, ..., définis à une *équivalence* près (produit à gauche par un tableau à termes entiers de déterminant 1), je dirai que U est divisible par V si UV^{-1} a ses termes entiers, ou encore si

$$U = EV \qquad \text{(E à termes entiers)}.$$

Cette notion de divisibilité jouit des mêmes propriétés que la divisibilité des entiers ordinaires en ayant toutefois égard au fait que le quotient par un diviseur n'est plus en général un diviseur (ceci supprime les décompositions en produits de facteurs). Notamment tous les diviseurs communs à plusieurs tableaux U, V, W, ..., sont tous les diviseurs d'un même tableau D qui peut se mettre sous la forme

$$D = XU + YV + ZW + \ldots,$$

X, Y, Z, ... étant des tableaux à termes entiers (l'ordre importe dans les produits). La recherche de D peut se faire par des opérations bien déterminées, soit par une sorte de généralisation de l'algorithme d'Euclide, soit en remarquant que D est la base du *module de points* défini par les lignes de U, V, W, ... De cette théorie on déduit la notion de tableaux premiers entre eux (*p. g. c. d.* = [1]); on peut faire une théorie analogue pour les multiple communs.

---

(1) 21 novembre 1910. Ces considérations ont été en partie développées dans un Mémoire (*Annales de l'École Normale*, 1911).

(2) A déterminant non nul et de même ordre.

2. Considérons l'ensemble des entiers algébriques d'un corps et les tableaux (1) représentatifs, T étant supposé une base des entiers du corps (ou de l'idéal [1]). L'ensemble des tableaux X divisibles par un tableau donné U (à termes entiers et d'ordre n) constitue un idéal du corps et, réciproquement, tout idéal peut être ainsi engendré. Le plus grand commun diviseur des tableaux de cet idéal, qu'on obtient d'ailleurs en prenant le plus grand commun diviseur des tableaux représentatifs des n entiers d'une base, est un multiple de U : $\Sigma = KU$ et ΣT est la base de l'idéal (définie à une équivalence près).

Cette définition des idéaux rapproche la notion de *facteur idéal* introduite primitivement par Kummer pour certains corps particuliers, et celle d'idéal module donnée ensuite par M. Dedekind. Pour cette raison, Σ peut être appelé un *diviseur idéal* des termes de l'idéal.

Dans le cas où l'idéal est principal, Σ est équivalent à un des tableaux X et devient, pour ainsi dire, un diviseur proprement dit.

A la divisibilité des idéaux (au premier sens de M. Dedekind) correspond naturellement la divisibilité des facteurs idéaux. On en déduit la recherche et l'existence du plus grand commun diviseur et du plus petit multiple commun.

3. On peut étendre en partie ces résultats au cas où l'opérateur commun des tableaux représentatifs est la base d'un idéal $\mathcal{A}$; par exemple $\mathcal{A} = ST$. Dans ce cas, le plus grand commun diviseur Σ des tableaux d'un idéal $\mathcal{B}$ ne correspond plus à une base de l'idéal. Mais le produit $\Sigma.S.T$ est la base du produit des idéaux $\mathcal{A} \times \mathcal{B}$. On peut encore dire que $\Sigma.S$ est un diviseur idéal de ce produit (opérateur T). Ce résultat conduit à une méthode de calcul du *produit de deux idéaux*, et, par conséquent, à une méthode de *composition de deux formes décomposables*, en la ramenant à la recherche du plus grand commun diviseur de n tableaux à termes entiers.

4. Les résultats énoncés sont exacts, même si T est la base des entiers d'un *ordre*. En supposant explicitement que cet ordre contient tous les entiers du corps et en s'appuyant sur un lemme de Kronecker, on peut prouver qu'à un diviseur idéal ne correspond, quel que soit l'opérateur, qu'un seul idéal. Ceci montre que l'égalité entre idéaux

$$\mathcal{A}\mathcal{B} = \mathcal{A}\mathcal{C}$$

entraîne

$$\mathcal{B} = \mathcal{C}.$$

On en déduit aussi sans difficulté que, A et B étant des diviseurs propres

(opérateur T) des idéaux $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$, si

$$A = \Sigma B,$$

Σ (à termes entiers) est le diviseur propre (opérateur BT) d'un idéal $\mathcal{S}$ et que, par conséquent,

$$\mathcal{A} = \mathcal{B}\mathcal{S}.$$

Enfin, toujours dans cette hypothèse, on peut démontrer que la *norme* d'un idéal est la valeur absolue du déterminant du diviseur propre de l'idéal, quel que soit l'opérateur; ce qui fournit une preuve simple de la propriété de la norme d'un produit.

On pourrait encore utiliser la même représentation pour étudier les propriétés des ordres. En résumé, si la représentation indiquée dans la présente Note ne conduit pas immédiatement à des propriétés nouvelles de la théorie des idéaux, elle fournit des démonstrations assez simples des propriétés connues. Elle montre une analogie entre des notions *a priori* différentes; enfin elle peut conduire à des méthodes *précises* et *pratiques* de calcul.

ACOUSTIQUE. — *Sur la résonance multiple des gongs et des tam-tams chinois.* Note de M. **Gabriel Sizes**, présentée par M. J. Violle.

On n'a jamais pris en considération la valeur harmonique de la résonance des gongs et des tam-tams. On confond même ces deux instruments entre eux. Cependant le gong, à cause de sa surface plane, vibre une échelle d'harmoniques très importante dont les musiciens n'ont pas tiré le parti qu'il conviendrait, faute d'en connaître exactement la valeur musicale. Lorsque le gong est d'une certaine dimension, son timbre est noble et puissant.

Tout autre est le tam-tam; ses vibrations manquent d'éclat, à cause de la protubérance sphérique dont le centre est agrémenté et qui enlève toute souplesse à la partie vibrante. Ses vibrations se réduisent aux sons partiels supérieurs de premier ordre, en rapports de quinte et d'octave.

Par sa constitution trop rigide, il ne peut vibrer d'harmoniques inférieurs, de là son manque d'intensité; il ne vibre pas non plus d'harmoniques relativement élevés, de là son manque d'éclat.

Un gong chinois, mesurant $0^{m},51$ de diamètre et pesant 11^{kg}, dont M. Massol et moi (¹) avons enregistré les vibrations, a fourni l'échelle

(¹) C'est en cherchant à inscrire les vibrations de ce gong que, pour neutraliser l'effet de sa mobilité à chaque coup de mailloche, nous fûmes conduits à employer un

remarquable suivante : 5 harmoniques inférieurs au son prédominant, qui est un $\text{mi}^{\flat}_{1}$ de 76,8 v.d ; et 20 harmoniques supérieurs allant au $\underline{\text{ré}}^{\flat}_{5}$ de 1075 v.d. Le son fondamental réel est un $\text{mi}^{\flat}_{-4}$ de $2^{v},4$.

$\text{mi}^{\flat}_{-4}$	$\text{mi}^{\flat}_{-3}$	$\text{mi}^{\flat}_{-2}$	$\text{mi}^{\flat}_{-1}$	$\underline{\text{ré}}^{\flat}_{1}$	$\text{mi}^{\flat}_{1}$	sol_{1}	ut_{2}	$\underline{\text{ré}}^{\flat}_{2}$	$\text{ré}^{\natural}_{2}$	$\text{mi}^{\flat}_{2}$	$\text{si}^{\flat}_{2}$	$\text{si}^{\natural}_{2}$	ut_{3}	$\underline{\text{ré}}^{\flat}_{3}$
$2^{v},4$	$4^{v},8$	$9^{v},6$	$19^{v},2$	$67^{v},2$	$76^{v},8$	96^{v}	128^{v}	$134^{v},4$	144^{v}	$153^{v},6$	$230^{v},4$	240^{v}	256^{v}	$268^{v},8$
1	2	4	8	28	32	40	54	56	60	64	96	100	108	112

$\text{ré}^{\natural}_{3}$	sol_{3}	$\text{si}^{\flat}_{3}$	$\underline{\text{ré}}^{\flat}_{4}$	$\text{ré}^{\natural}_{4}$	$\text{mi}^{\flat}_{4}$	sol_{4}	$\text{si}^{\flat}_{4}$	$\text{si}^{\natural}_{4}$	ut_{5}	$\underline{\text{ré}}^{\flat}_{5}$
288^{v}	384^{v}	$460^{v},8$	$537^{v},6$	576^{v}	$614^{v},4$	768^{v}	$921^{v},6$	960^{v}	1024^{v}	1075^{v}
120	160	192	224	240	256	320	384	400	432	448

A l'audition simple, la résonance générale est un vaste accord de *neuvième moyenne harmonique de dominante*, $\text{mi}^{\flat}$, sol, $\text{si}^{\flat}$, $\underline{\text{ré}}^{\flat}$, fa, dont la neuvième fa, ne s'est pas inscrite ; tandis que dans les vibrations des cloches ce neuvième harmonique (ou ses octaves) s'est inscrit dans chaque échelle. Le septième harmonique $\underline{\text{ré}}^{\flat}$ y figure cinq fois, de $\underline{\text{ré}}^{\flat}_{1}$ à $\underline{\text{ré}}^{\flat}_{5}$. Aucun autre son en fonction de septième harmonique ne figurant dans cette échelle, l'impression *tonale* qui en résulte est celle du ton de $\text{la}^{\flat}$ majeur. La présence des degrés chromatiques $\text{si}^{\natural}$ et $\text{ré}^{\natural}$ de l'échelle supérieure, est due à leur rapport respectif de tierce majeure avec sol et $\text{si}^{\flat}$, en fonction de tierce et quinte de fondamentale.

En résumé, le gong, n'ayant qu'un centre de vibrations, ne donne lieu qu'à une seule échelle tonale de sons. Il se rattache au mode de vibration d'une corde fixée aux deux extrémités. La fondamentale est en fonction de dominante, comme dans les cloches et les diapasons, mais le *son prédominant* est ici en fonction d'*octave* de fondamentale au lieu de *quinte*.

Le tam-tam, enregistré de la même manière, mesure $0^{m},56$ de diamètre et pèse $5^{kg},500$. Il n'a vibré que sept sons. On n'en constate pas davantage à l'audition simple. Frappé sur le bord, il donne le son le plus grave, ré_{0} de 36 v.d, et au centre, la_{1} de 108 v.d. Ayant deux centres de vibrations, il donne deux impressions consonantes de quinte : ré-la et la-mi, d'un effet sourd. J'ai dit plus haut la cause de ce peu d'intensité et de timbre. Je donne ci-dessous les rapports au son le plus grave.

---

fil long et en forme de spirale, que nous avons ensuite appliqué aux cloches et à tous les corps sonores dont nous avons enregistré les vibrations. (Voir les Notes publiées dans les *Comptes rendus* de novembre 1907 à ce jour.)

ré$_0$	la$_0$	la$_1$	ré$_2$	ré$_3$	mi$_3$	la$_4$
36^v	54^v	108^v	144^v	288^v	324^v	864^v
1	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{4}{1}$	$\frac{8}{1}$	$\frac{9}{1}$	$\frac{24}{1}$

En se reportant à la Note précédente sur les cloches, il est intéressant de constater que la cloche, comme le tam-tam, a deux centres de vibrations, mais mieux favorisés par une élasticité plus complète. Le rebord, ou *pince*, vibre l'échelle inférieure. La *frappe*, qui est la base de l'échelle partielle supérieure, vibre le son prédominant, en relation de quinte avec le fondamental. La *faussure* vibre la *tierce mineure harmonique* $\frac{7}{6}$, suivie de la quarte et de la quinte du son prédominant. Cette quinte est en fonction de 9e harmonique de la fondamentale. Les sons suraigus vibrent de la *partie médiane* à la *calotte*.

Comme cela se produit avec les cors et les trompettes, plus le corps vibrant est *court*, plus la *fonction* harmonique du son prédominant s'élève dans les degrés de l'échelle générale, favorisant ainsi l'étendue de l'échelle inférieure. Dans les quatre cloches examinées, cette fonction passe de la double quinte (ou son 6) dans les deux premières, à la neuvième (ou son 9) dans les deux autres. Le mode de vibration des cloches se rapproche donc de celui des cors et des trompettes. Nous verrons prochainement leur rapport avec les diapasons.

PHYSIQUE. — *La fusion du quartz pur*. Note de M. **Billon-Daguerre**, présentée par M. Cailletet.

La silice ou acide silicique est une des substances les plus répandues dans la nature; elle s'y trouve soit à l'état libre, soit en combinaisons avec les bases alcalines ou terreuses. A l'état cristallisé, elle constitue le quartz ou cristal de roche (prismes hexagonaux terminés par des pyramides à six faces) et la tridymite (lamelles hexagonales groupées par trois).

Jusqu'à ce jour le quartz pur et transparent (hyalin) était utilisé pour faire des pièces d'optique, notamment pour la fabrication des verres de lunettes. Il possède aussi la propriété de laisser passer les rayons chimiques, c'est-à-dire de courte longueur d'onde; et c'est précisément à cette propriété spéciale qu'est due la stérilisation des liquides par les radiations ultraviolettes émises par les tubes à gaz raréfiés et par les lampes à vapeur de mercure.

Pour construire de telles lampes, il faut posséder des tubes en quartz pur et transparent; malheureusement, cette matière à l'état naturel ne permet pas de tailler le tube désiré dans un bloc de silice cristallisé.

On a donc dû chercher le moyen de fondre le quartz d'une façon industrielle, sans ajouter aucun fondant ni mélange.

J'opère de la façon suivante :

Je prends du quartz, le concasse, puis, pur et sans mélange, je le place dans un creuset en carbone. Ensuite, le creuset est mis dans un four électrique utilisant, avec un transformateur, le courant de 6000 volts réduit à 60 ou 70 volts et pouvant absorber 1000 ampères.

C'est un four à trois charbons convergents, à courants triphasés, sans rhéostat et dans lequel les trois arcs sont équilibrés par des grains de charbon de cornue disposés entre les pôles, c'est-à-dire entre les trois charbons reliés au courant triphasé.

La température doit être élevée lentement, jusqu'au delà de 1800° centigrades. A ce moment le quartz devenu mou est soumis au chalumeau oxhydrique, et l'ouvrier, le saisissant avec des pinces, l'étire en baguettes de longueur et de grosseur variables.

Avec les baguettes on confectionne des tubes, des creusets, des capsules, etc., tous objets pouvant remplacer le platine d'un prix si élevé aujourd'hui; notamment les becs de chalumeaux, les brûleurs à gaz et quantité d'autres objets pour applications imprévues.

Au point de vue de l'Optique, le quartz pur, sans mélange et transparent, a la propriété de laisser passer les radiations de courte longueur d'onde; c'est pour cela que je fabrique des blocs, de dimensions variables, obtenus par moulage et compression.

En résumé, je fonds le quartz, la fluorine, l'agate avec deux sources de chaleur différentes et combinées; et c'est la première fois, je crois, qu'en France on arrive à fondre industriellement la silice à l'état transparent, sans aucun mélange, ce qui jusqu'à ce jour était le monopole de diverses maisons étrangères.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la réfraction et la rotation magnétique des mélanges.* Note de M. **P.-Th. Muller** et Mlle **V. Guerdjikoff**, présentée par M. Haller.

C'est à H. Becquerel [1] que l'on doit les premières études importantes et systématiques de comparaison entre le pouvoir réfringent des corps et

[1] H. Becquerel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, 1877, p. 5.

leur pouvoir rotatoire magnétique. Nous résumons en quelques mots les résultats qu'il a obtenus avec les substances *diamagnétiques*.

H. Becquerel distingue entre les corps purs et les solutions.

Pour les corps purs il trouve que l'expression $\frac{R}{n^2(n^2-1)} = B$ est sensiblement constante chez les divers composés d'une même famille chimique; par exemple, les alcools primaires, les carbures benzéniques; n désignant l'indice de réfraction et R le rapport de l'angle de rotation à celui du sulfure de carbone pris dans les mêmes conditions (même champ magnétique, même longueur de tube, même température, lumière jaune de sodium). Pour les solutions aqueuses le rapport B ne reste pas constant; il *augmente*, selon Becquerel, à mesure que s'élève la concentration de la solution, mais naturellement beaucoup moins que le pouvoir rotatoire magnétique lui-même.

La variation assez faible du rapport B pourrait laisser l'impression que la réfraction et la rotation sont au moins deux propriétés corrélatives qui croissent et qui décroissent ensemble. Pour élucider la question nous avons étendu la comparaison de Becquerel à un plus grand nombre de substances diamagnétiques, en poussant la concentration plus loin et en opérant uniformément à la température de 25°.

Nous avons d'abord rencontré des solutions aqueuses dont l'indice de réfraction n et l'angle de rotation α marchent en sens contraire; n croissant avec la concentration et α allant en diminuant. Tel est le cas de l'azotate d'ammonium, de l'acide acétique, de l'acide sulfurique. Dans ces conditions, il faut que le rapport B de Becquerel aille en décroissant plus vite que α. De fait, pendant que la concentration de l'acide acétique monte de 12g à 97g pour 100g de solution, l'angle de rotation diminue de 25,1 pour 100 et le rapport B de 42,9 pour 100. L'acide sulfurique présente un écart encore plus considérable. Pour l'azotate d'ammonium, on observe, entre les concentrations de 10 et 49 pour 100, une baisse de 6,5 pour 100 de α et b une diminution B égale à 18,5 pour 100.

Les mélanges *non aqueux* peuvent présenter des écarts semblables, même lorsque n et α croissent simultanément. Ainsi, le mélange d'aniline et d'alcool absolu nous offre entre les concentrations de 29 et de 100 pour 100 d'aniline une variation de 37 pour 100 pour B, tandis que l'angle de rotation augmente de 126 pour 100.

Ces quelques exemples montrent qu'au moins pour les solutions aqueuses et les mélanges de liquides, la formule de Becquerel ne représente que très approximativement la relation qui semble exister entre la réfraction et le pouvoir rotatoire magnétique.

Certains cas particuliers que nous allons exposer nous portent à croire

qu'il n'est guère possible de trouver une formule tout à fait générale reliant les deux phénomènes.

Si l'on porte en abscisses les concentrations, et en ordonnées les indices de réfraction et les angles de rotation, on trouve ordinairement des droites ou des courbes qui indiquent un parallélisme souvent très marqué entre les deux grandeurs. Mais, en poussant les concentrations un peu loin dans l'étude de LiCl et de NH^4NO^3, nous avons constaté que l'indice de réfraction pouvait subir une augmentation *brusque*, alors que l'angle de rotation poursuivait sa marche régulière.

A la température de 25°, la solubilité de LiCl (que nous avons spécialement déterminée) est de $44^g,8$ de sel anhydre dans 100^g de solution (soit $p = 44,8$). Nous avons mesuré les valeurs de n et de α jusqu'à la concentration de 43,3 pour 100 ($p = 43,3$).

Pour α, les expériences sont bien représentées par la formule linéaire

$$\alpha = 4,859 + 0,0878p.$$

(Dans les mêmes conditions la rotation de l'eau pure est $\alpha = 4°,864$.)

La relation entre n et p est également linéaire, mais seulement jusqu'à 36 pour 100.

$n = 1,3333 + 0,00229p$ (différence maximum : 0,16 pour 100 entre la formule et l'expérience).

Entre $p = 36,3$ et $p = 37,6$, il y a une augmentation brusque de n. Pour $p = 37,65$: calculé $n = 1,4195$; trouvé $n = 1,5690$ (différence 5,3 pour 100 au lieu de 0,16 pour 100). Après cet accroissement subit qui se fait au moment où la composition de la solution semble être LiCl, $4H^2O$ ($p = 37,04$), l'indice augmente de nouveau linéairement jusqu'à la solution saturée (la formule étant différente de celle citée plus haut).

L'azotate d'ammonium présente la même anomalie, mais en solution plus concentrée que LiCl.

Enfin nous citerons un fait analogue dans les mélanges d'alcool absolu et d'aniline, pour lesquels nous extrayons les nombres suivants (p = poids d'aniline dans 100^g de mélange; v, variation pour 100) :

p.	α.	v.	n.	v.
0	4,139	15,26	1,3596	
				11,10
20,485	5,847	8,37	1,3993	
				46,44
29,707	6,784	76,37	1,5654	
				42,46
100,000	15,338		1,7173	
		100,00		100,00

On voit la saute brusque de l'indice de réfraction entre les concentrations 20,5 et 29,7. Elle est rendue plus frappante encore, quand on examine les variations relatives (v) de α et de n, dans les trois intervalles considérés.

En présence de ces variations subites de l'indice de réfraction auxquelles ne correspond aucun changement corrélatif de l'angle de rotation, il semble bien difficile d'affirmer l'existence d'une relation *générale* entre ces grandeurs.

Ces expériences mettent plutôt en évidence l'indépendance réciproque des deux phénomènes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des composés du néodyme.* Note de MM. **Paul Joye** et **Charles Garnier**, présentée par M. A. Haller.

En reprenant les travaux de Lecoq de Boisbaudran, de Becquerel, de Waegner, nous sommes arrivés par l'étude spectroscopique à reconnaître l'existence de trois variétés d'hydrate du néodyme. L'hydrate de néodyme précipité par les méthodes ordinaires montre en lumière réfléchie un spectre d'absorption bien défini. Lorsque l'hydrate a été chauffé vers 1000°, on obtient un spectre de réflexion déjà décrit par plusieurs auteurs et connu sous le nom de spectre de réflexion de l'oxyde de néodyme (Nd^2O^3). Si l'on étudie la lumière réfléchie par l'hydrate qui a été porté à diverses températures comprises entre 300° et 700°, on trouve deux spectres, tous deux très différents de celui de l'hydrate et de celui de l'oxyde. Nous avons cherché à reconnaître si ces deux spectres n'étaient pas les spectres de composés du néodyme chimiquement définis, dont les formules trouveraient place par rapport à la quantité d'eau entre celle de l'hydrate $Nd(OH)^3$ et celle de l'oxyde Nd^2O^3.

L'hydrate de néodyme obtenu en précipitant par l'ammoniaque du chlorure de néodyme très pur a été desséché à une température de 180°. Son spectre d'absorption par réflexion est soigneusement repéré soit par l'observation objective, soit par la photographie. C'est un spectre de lignes généralement fines présentant des groupements caractéristiques. Un poids connu d'hydrate fut ensuite chauffé dans un four électrique à résistance jusqu'à ce que son poids reste constant. La température à partir de laquelle la diminution de poids se produit est connue par l'emploi d'un couple thermoélectrique. Un wattmètre monté sur le circuit du four indique

l'énergie nécessaire pour atteindre, sans la dépasser, la température à laquelle la transformation se produit. La réaction a lieu dans un gaz inerte, l'azote, dont la circulation continue à travers le four entraîne les produits volatils de la décomposition. Des tubes à chlorure de calcium peuvent recueillir, s'il y a lieu, l'eau formée.

Le résultat de nombreuses expériences nous a amenés à reconnaître l'existence d'un second hydrate du néodyme qui a, par rapport à l'hydrate $Nd^2O^3.6H^2O$, perdu 3^{mol} d'eau; sa formule serait $2Nd^2O^3.3H^2O$. La perte en eau $\frac{3H^2O}{4Nd(OH)^3} = 6,9$ pour 100, chiffre vérifié par l'expérience: aussi bien par la perte en eau de la substance que par l'augmentation en poids des tubes à chlorure de calcium.

La température de transformation est comprise entre 310° et 325°.

L'hydrate obtenu, de couleur gris brun, réfléchit faiblement; son spectre est caractérisé par des bandes assez larges, diffuses, présentant dans une même bande divers maxima d'absorption. L'ensemble du spectre est flou.

Cet hydrate peut être chauffé jusque vers 500° sans subir de nouvelles transformations. A partir de 525° il perd 1^{mol} d'eau et se transforme en un hydrate de couleur plus claire qui correspond à la formule $2Nd^2O^3.2H^2O$. La diminution de poids par rapport à l'hydrate précédent est de 2,5 pour 100, et par rapport au premier de 9,2 pour 100. Son spectre de réflexion est un spectre de lignes, différent du spectre de l'hydrate $Nd(OH)^3$ et du spectre de l'oxyde. Ce spectre a été décrit autrefois par Waegner qui l'a attribué à un oxyde supérieur du néodyme de la forme Nd^4O^7. La transformation de ce dernier hydrate en oxyde s'accomplit, mais à vrai dire très lentement, dès que la température atteint 720°. En chauffant suffisamment longtemps, la perte de poids en eau par rapport au premier hydrate atteint à peu près le chiffre théorique 13,8 pour 100; mais l'oxyde n'est pas bleu, il est gris et présente le spectre de réflexion de l'oxyde associé à celui du dernier hydrate. Pour faire disparaître complètement celui-ci, il faut chauffer l'oxyde jusque vers 1000°. Il devient alors bleu et les lignes d'absorption de son spectre sont d'autant plus fines qu'il a été chauffé à plus haute température.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le revenu des bronzes d'aluminium.* Note [1] de MM. A. PORTEVIN et G. ARNOU, présentée par M. Le Chatelier.

Les bronzes d'aluminium à 89-90 pour 100 Cu sont formés d'un eutectoïde plus ou moins fin suivant la vitesse de refroidissement et d'un excès du constituant α riche en cuivre de cet eutectoïde.

(1) Présentée dans la séance du 12 février 1912.

Par trempe au-dessus du point de transformation, qui correspond à la disparition de cet eutectoïde, on obtient en son lieu et place un constituant d'aspect aiguillé qui a été appelé *martensitique*, par analogie avec le constituant des aciers trempés.

Au fur et à mesure que la température et le temps de chauffage croissent, on produit par la trempe la disparition du constituant α jusqu'à obtenir uniquement le constituant dit *martensitique*. On s'est proposé d'étudier l'influence du revenu sur la structure et les propriétés des bronzes d'aluminium industriels trempés. On a expérimenté deux bronzes laminés contenant :

	Bronze A.	Bronze B.
Cuivre	89,84	88,80
Aluminium	9,95	10,02
Manganèse	0	1,11

Ces bronzes ont été trempés à l'eau à différentes températures et après des temps de chauffage différents ; ils ont été ensuite recuits pendant 10 minutes au bain de sel (¹), à des températures variant entre 400° et 700°.

De tous les essais mécaniques et micrographiques effectués, nous retenons les deux résultats suivants sur lesquels nous tenons à attirer l'attention :

1° *L'augmentation de dureté par revenu à basse température.* — Voici quelques chiffres de dureté par la méthode Brinell et par l'appareil Shore ; ces chiffres ont été obtenus dans des conditions expérimentales identiques qu'il est inutile de préciser, puisqu'ils sont uniquement donnés à titre de comparaison.

	Bronze A trempé à 800°.		Bronze B trempé à 800°.		Bronze trempé à 900°.	
	Essai Brinell.	Essai Shore.	Essai Brinell.	Essai Shore.	Essai Brinell.	Essai Shore.
Après trempe	184	49	222	58	203	54
Après revenu à 400°	205	55	231	69	228	84
Après revenu à 500°	162	42,5	162	41	167	49

Cette augmentation du chiffre de dureté par revenu à 400° est accompagnée souvent par une diminution des allongements à l'essai de traction et

(¹) Le bain de sel était constitué par un mélange fondu d'azotate de potassium et d'azotate de sodium jusqu'à 500°, et de mélanges fondus de chlorures alcalins et alcalino-terreux pour les températures supérieures à 500°.

par une augmentation de fragilité à l'essai au choc. Si l'on fait croître la température de revenu au-dessus de 500°, il y a diminution continue de la dureté, de la résistance et de la limite élastique à la traction et accroissement continu des allongements à la traction et de la résistance au choc.

On peut donc dire qu'avec des revenus croissants la dureté des bronzes d'aluminium trempés va d'abord en augmentant, pour ensuite décroître jusqu'à atteindre la dureté des alliages recuits.

Il convient de rapprocher ce fait de l'augmentation de dureté obtenue

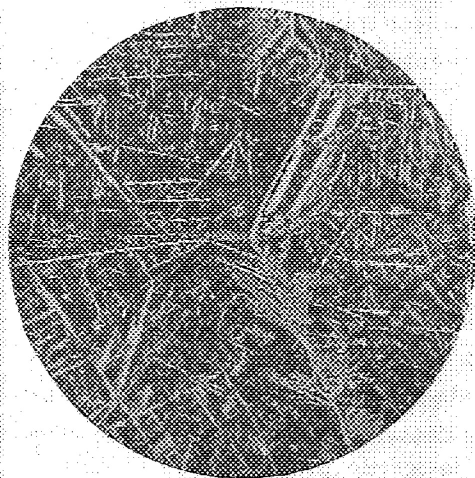


Fig. 1. — Bronze d'aluminium A trempé à 900° attaque au perchlorure de fer acide, × 200.

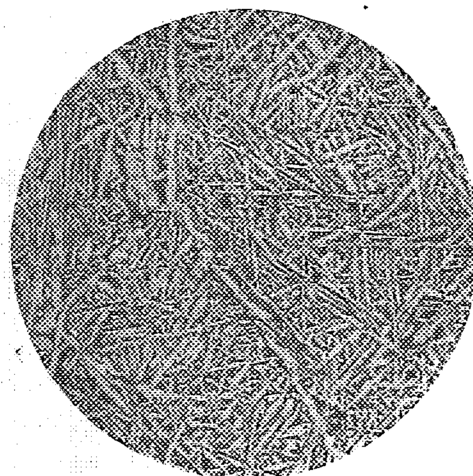


Fig. 2. — Bronze d'aluminium A trempé à 900° et revenu 10 minutes à 700° attaque au perchlorure de fer acide, × 200.

par revenu à basse température des aciers au carbone présentant de l'austénite par trempe et, comme l'a montré M. Grenet [1], des bronzes trempés.

On peut remarquer que ces trois groupes d'alliage FeC, CuSn et CuAl présentent tous un eutectoïde; comme d'ailleurs ce sont les seuls à notre connaissance sur lesquels on ait étudié l'effet du revenu après une trempe faisant disparaître cet eutectoïde, le phénomène signalé prend une signification plus générale dont l'interprétation pourrait se rattacher, comme cela a été indiqué pour les aciers, à l'écrouissage interne produit par transformation à basse température.

---

[1] Grenet, *La trempe des bronzes* (*Rev. de Mét.*, t. VIII, 1911, p. 108).

2° Le revenu agit sur le constituant *martensitique* en faisant d'abord apparaître plus nettement les aiguilles qui s'épaississent ensuite, l'ensemble rappelant la structure dite de Widmanstætten des fers météoriques, structure obtenue par M. Osmond et M. Belaïew avec les aciers au carbone.

La séparation du constituant α amené par le revenu est donc dirigée par les aiguilles préexistantes du constituant de trempe et qui, vraisemblablement, fournissent sur le plan de la coupe la direction des traces des plans de clivage de ce constituant. Le dépôt de α vient donc illustrer la structure cristallographique aux températures élevées.

Il est à remarquer que ce mode de séparation a lieu soit que par trempe préalable on ait fait disparaître complètement α, soit que ce dernier subsiste en partie après trempe.

Les photogrammes 1 et 2 montrent le phénomène dans le premier cas.

On peut noter aussi que la séparation du constituant α est plus abondante le long des lignes de séparation des grains.

Malgré l'analogie d'aspect micrographique des bronzes d'aluminium trempés et des aciers trempés martensitiques, le processus du revenu est différent, la séparation par revenu de la ferrite des aciers martensitiques ne se faisant pas, en général, en aiguilles; mais il faut noter que les bronzes d'aluminium ont des grains beaucoup plus gros que ceux des aciers ordinaires trempés. Or, on peut remarquer que c'est dans les aciers à très gros grains que l'on a obtenu la séparation de la ferrite produisant la structure de Widmanstætten; on retrouve dans ce cas l'analogie destructure, cependant à des ordres de grandeurs différents.

PHYSICO-CHIMIE. — *Décomposition photolytique des poudres sans fumée, de l'acide picrique et du picrate d'ammoniaque par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Influence des atmosphères gazeuses. — Nous avons opéré suivant la technique précédemment décrite (*Comptes rendus*, 11 décembre 1911, 22 janvier 1912), en atmosphère oxydante (oxygène), réductrice (hydrogène) et inerte (anhydride carbonique ou azote).

Oxygène. — Un échantillon de poudre B, de 3^{mm} d'épaisseur, pour canons de marine, de 1897, à l'alcool éthylique, en plaque de $15^{mm} \times 5^{mm}$, a été exposé 7 heures en présence de $1^{cm^3},41$ d'oxygène à 20^{mm} de la lampe à vapeur de mercure en régime

peu poussé ($3^{amp},2$ sous 48^{volts}-49^{volts}). On a recueilli $1^{cm^3},13$ de gaz formé de $0^{cm^3},42$ CO^2 ; $0^{cm^3},09$ CO ; $0^{cm^3},14$ Az^2 ; $0^{cm^3},48$ O^2. Une autre expérience a donné des résultats presque identiques. Les $\frac{2}{3}$ de l'oxygène libre initial ont donc disparu et ajouté leur action comburante à celle de l'oxygène de la nitrocellulose.

Hydrogène. — Un échantillon de poudre B à l'alcool amylique (BC. AM. 1^r. 1896. R), épaisse de $0^{mm},55$, en plaque de $27^{mm} \times 8^{mm}$, a été exposé 6 heures à 30^{mm} de la lampe en présence de $0^{cm^3},40$ d'hydrogène. On a recueilli $1^{cm^3},54$ de gaz formé de $0^{cm^3},40$ CO^2; $0^{cm^3},38$ CO ; $0^{cm^3},41$ Az^2 ; $0^{cm^3},03$ Az^2O et $0^{cm^3},32$ H^2. Il a disparu $0^{cm^3},08$ d'hydrogène pour former de la vapeur d'eau et de l'aldéhyde méthylique. Plusieurs expériences avec d'autres variétés de poudre B ont donné des disparitions d'environ $\frac{1}{4}$ de l'hydrogène initial.

Anhydride carbonique. — Nous avons montré déjà (*Comptes rendus*, 11 décembre 1911) qu'une atmosphère d'anhydride carbonique s'oppose au dégagement de ce gaz dans la photolyse des poudres, et nous avons vu qu'à la température de 40°, obtenue par exposition des tubes à 50^{mm} de la lampe, on retrouvait presque exactement le CO^2 initial, aussi bien avec les poudres B qu'avec les poudres à nitroglycérine.

Par contre, à la température de 25° à 30°, obtenue en mettant les tubes à 70^{mm} et 80^{mm} de la lampe, il y a résorption de CO^2 par la poudre, ce qui peut s'expliquer par le meilleur fonctionnement à basse température des dissolvants et stabilisants, dont le rôle est de fixer les produits de décomposition acide. Voici quelques résultats, après 17 heures d'exposition.

Poudre BC. AM. 1896. R. Gaz initial : $1^{cm^3},10$ CO^2. Gaz final : $0^{cm^3},98$ CO^2; $0^{cm^3},16$ CO ; $0^{cm^3},15$ Az^2; $0^{cm^3},04$ Az^2O. Il a disparu $0^{cm^3},12$ CO^2.

Balistite S. A. neuve (à la diphénylamine) à 50 pour 100 de nitroglycérine. Gaz initial : $0^{cm^3},93$ CO^2. Gaz final : $0^{cm^3},74$ CO^2; $0^{cm^3},23$ CO; 0,27 Az^2; $0^{cm^3},04$ Az^2O; $0^{cm^3},12$ AzO. Il a disparu $0^{cm^3},19$ CO^2.

Poudre C. G. à 20 pour 100 de nitroglycérine et à dinitrotoluol. Gaz initial : $0^{cm^3},76$ CO^2. Gaz final : $0^{cm^3},68$ CO^2 ; $0^{cm^3},18$ CO ; $0^{cm^3},11$ Az^2 ; $0^{cm^3},3$ Az^2O; $0^{cm^3},04$ AzO. Il a disparu $0^{cm^3},08$ CO^2.

Inversement, à la température de 75°, obtenue en plaçant les tubes à 20^{mm} de la lampe, le CO^2 final est supérieur au CO^2 initial pour tous les types de poudres.

Ainsi, à la température de 75° et à la distance de 20^{mm}, il y a dégagement de gaz carbonique ; à 40° et à 50^{mm} il y a équilibre ; à 25° et 80^{mm} il y a résorption.

En somme, le gaz carbonique extérieur intervient par son action propre sur les dissolvants et stabilisants qui sont des corps faiblement basiques, et modifie par sa présence le mode de décomposition lente des poudres. Le rôle de la température est prépondérant dans ce phénomène.

Le mode d'épreuve des poudres, fréquemment usité en Allemagne, qui consiste à élever leur température et à balayer, par un courant continu de gaz carbonique, les gaz de décomposition, puis à les analyser, prête, de ce chef, à certaines réserves.

Azote. — Contrairement à ce qui a lieu pour CO^2, l'azote initial ne gêne pas le dégagement photolytique subséquent de l'azote de la poudre, non plus que celui des gaz nitrés ou carbonés. Dans des études de ce genre, l'atmosphère d'azote est donc celle qui convient le mieux.

Vieillissement artificiel des poudres. — Avant d'être soumis aux rayons ultraviolets, des échantillons de poudre B ont été chauffés de 4 à 110 heures dans des étuves à 110°. Le chauffage était tantôt continu, tantôt alterné avec des refroidissements et rentrées d'air humide.

Dans ces conditions, le principal effet de la chaleur a été de priver la poudre de ses dissolvants (éther, alcool éthylique, alcool amylique, etc.), ce qui se traduit dans la photolyse, par la moindre quantité de gaz total dégagé, et par la plus faible proportion de gaz carbonés (lesquels proviennent en grande partie des dissolvants) par rapport aux gaz nitrés (lesquels proviennent de la nitrocellulose).

Mais, même après des chauffes de 110 heures, la stabilité de la poudre B se manifeste par le fait qu'elle ne donne pas encore de bioxyde d'azote; on est donc toujours dans le premier stade de la décomposition. Il faudrait des durées de chauffe beaucoup plus prolongées pour arriver au second stade, celui qui est caractérisé par le bioxyde d'azote, et que nous avons constaté sur de vieilles poudres B avariées par des conditions exceptionnellement mauvaises (séjour prolongé sous les tropiques, humidité et chaleur excessives).

Photolyse de l'acide picrique et du picrate d'ammoniaque. — La loi générale découverte par nous que les composés cycliques (auxquels appartient l'acide picrique) sont plus stables vis-à-vis de la lumière ultraviolette que les composés linéaires (dans lesquels se rangent les celluloses) se vérifie très nettement ici.

L'acide picrique (*mélinite* O datant d'une vingtaine d'années), en paillettes bien cristallisées a été exposé à la lampe en couche de 25^{mm} de haut au-dessus du mercure, dans un tube de quartz de 9^{mm} de diamètre; à 50^{mm} de distance, il n'y a eu ni altération du produit, ni dégagement gazeux. Il a fallu se placer à 20^{mm} pour observer, après 3^h, un léger brunissement du produit et un dégagement gazeux formé (en plus des $0^{cm^3},80$ d'azote initial) de $0^{cm^3},16\ CO^2$; $0^{cm^3},08\ CO$; $0^{cm^3},03\ Az^2O$; $0^{cm^3},43\ Az^2$.

Le *picrate d'ammoniaque* en paillettes cristallisées est encore plus stable. Ni à 50^{mm}, ni à 20^{mm} de distance, il n'y a eu le moindre dégagement gazeux.

Cette constatation est importante; car le picrate d'ammoniaque, contrairement aux autres picrates (de soude, de potasse, de fer, etc.), détone difficilement par le choc ou la chaleur, et forme la base de bonnes poudres balistiques sans fumée, comme l'a reconnu dès 1869 le général Brugère [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. 69, p. 716.

Sa grande résistance aux agents d'altération, indiquée par sa stabilité vis-à-vis des rayons ultraviolets, peut rendre les poudres de ce type précieuses, dans le cas où l'on cherchera avant tout à éviter les altérations lentes, qu'il est si difficile d'empêcher entièrement avec les poudres à nitrocellulose.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les principes constituants de l'essence de labdanum. Composés cétoniques.* Note de M. **H. Masson**, présentée par M. A. Haller.

La *gomme labdanum* (*Cistus creticus*, *Cistus ladaniferus*, Cistacées) est un exsudat d'arbrisseaux indigènes qui croissent en Asie Mineure, en Crète, à Chypre et dans quelques îles voisines.

Par distillation avec la vapeur d'eau, cette résine fournit, suivant son degré de dessiccation, 0,70 à 0,90 pour 100 d'une huile jaune d'or possédant une densité d'environ 0,950 à 15° et bouillant sans décomposition de 50° à 185° sous 15^{mm}.

J'ai isolé dans cette essence des corps à fonctions très diverses : carbures, alcools, phénols, éthers, cétones, composés sesquiterpéniques.

Pour cet isolement, j'ai procédé de la façon suivante : après avoir éliminé les parties phénoliques et les acides libres que contient cette essence par un lavage à la soude étendue et froide, on la traite, après dessiccation parfaite, par de l'anhydride phtalique pour en extraire les corps à fonction alcoolique; finalement, on la soumet à la distillation fractionnée; on obtient ainsi une série de portions bouillant sous 15^{mm} de 70° à 78°, de 85° à 90°, de 100° à 105°, etc.

J'examinerai dans cette Note les composés de nature cétonique trouvés dans les deux premières portions.

I. *Acétophénone.* — La fraction 85,90 sous 15^{mm} se combine au chlorhydrate d'hydroxylamine; les parties oximées, bouillant à 133° sous 16^{mm}, sont séparées par rectification. On en régénère, par l'acide chlorhydrique étendu, des fractions cétoniques qui sont traitées par le chlorhydrate de semicarbazide. On obtient ainsi une semicarbazone qui, après deux cristallisations dans l'alcool, fond à 207°, et qui, décomposée par de l'acide sulfurique à 15 pour 100, fournit une cétone de formule C^8H^8O, bouillant à 200° (91° sous 18^{mm}), fondant à 20°. Cette cétone donne, par oxydation permanganique, de l'acide benzoïque fondant à 121° : c'est donc de l'acétophénone, corps qui n'avait pas encore été mentionné comme partie constituante des huiles essentielles.

II. *Triméthyl-1.5.5-hexanone-6.* — La fraction 70°-78° sous 15^{mm} se combine de

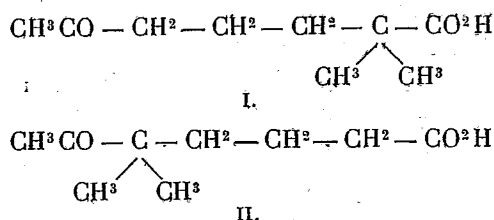
même au chlorhydrate d'hydroxylamine, mais donne une oxime cristallisée fondant à 106° et bouillant à 126°-127° sous 17^{mm}. De cette oxime on régénère, par l'acide chlorhydrique étendu, une cétone, de formule $C^9H^{16}O$, qui possède les propriétés physiques suivantes : E_{HN} 178°-179° (66°-67° sous 10^{mm}); $d_0 = 0,922$; $n_{D_{23}} = 1,4494$; $\alpha_{(D)} = \pm 0$.

Cette cétone ne se combine pas aux bisulfites alcalins mais donne, avec le brome, en solution sulfocarbonique, un dérivé monobromé fusible à 41°, avec le chlorhydrate de semicarbazide une semicarbazone fusible à 220°-221°.

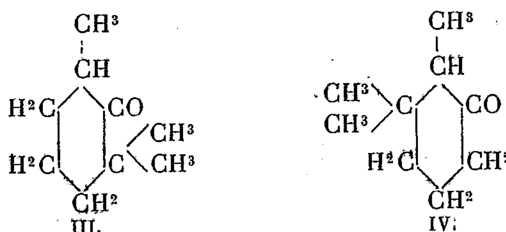
Par réduction au moyen du sodium dans l'éther humide, elle se transforme en alcool secondaire correspondant qui bout à 87° sous 28^{mm} et qui cristallise de l'alcool ou de l'éther de pétrole en gros cristaux fondant à 51°.

Oxydée à froid par le permanganate à 3 pour 100, cette cétone donne presque exclusivement un acide cétonique, de formule $C^9H^{16}O^3$, bouillant à 190°-191° sous 31^{mm} dont la semicarbazone fond à 164°; cet acide, oxydé lui-même par de l'hypobromite, fournit du bromoforme et un acide bibasique, de formule $C^8H^{14}O^4$, fondant après cristallisation dans l'eau à 87° : c'est l'acide $\alpha\alpha$-diméthyladipique ; en effet, son anhydride incristallisable combiné à l'aniline fournit l'acide $\alpha\alpha$-diméthyladipanilique fusible à 168° (¹).

L'acide cétonique d'oxydation possède donc une des deux formules suivantes qui toutes deux rendent compte des faits :



ce qui conduit pour la cétone initiale à l'une des deux constitutions ci-dessous :



Or l'acide I est l'acide géranique obtenu par Tiemann (²) dans l'oxydation de la β-ionone, acide qui donne une semicarbazone fusible à 164°, comme celle obtenue par moi. Je suis donc amené à attribuer à l'acide cétonique $C^9H^{16}O^3$ la formule de constitution I, soit, pour la cétone dont il dérive, la formule III. Cette structure est

(¹) BLANC, *B. S. ch.*, t. XXXI, 1905, p. 893.
(²) TIEMANN, *D. ch. G.*, t. XXXIII, 1900, p. 3703.

d'ailleurs confirmée par ce fait que la cétone $C^9H^{16}O$, retirée du *labdanum*, ne fournit qu'un seul dérivé bromé (mono), alors qu'avec une cétone du type IV on pourrait s'attendre à obtenir des dérivés mono, di et tribromés.

La cétone $C^9H^{16}O$ du *labdanum* est donc une triméthyl-1.5.5-hexanone-6; c'est une cétone nouvelle, isomère de 4 cétones terpéniques connues : la cyclogéraniolone (triméthyl-1.5.5-hexanone-2), la dihydroacétophorone (triméthyl-1.5.5-hexanone-3), la triméthyl-1.4.4-hexanone-6 obtenue par M. Blanc (1) à partir de l'acide ββΣ-triméthylpimélique, enfin la pulénone (triméthyl-1.4.4-hexanone-5), obtenue par M. Wallach (2) à partir de l'acide pulégénique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un s-dioxy-thionaphtène.* Note de M. **Maurice Lanfry**, présentée par M. Haller.

Je propose de désigner sous le nom de *s-oxy*-dérivés les molécules thiophéniques dans lesquelles l'oxygène est fixé sur le soufre. Il existe un précédent dans la nomenclature des composés azotés, et cela me paraît le moyen le plus simple de distinguer ces dérivés des phénols isomères. Cette appellation s'appliquera par conséquent aux oxy-thiophènes et oxy-thiotolènes dont l'étude a fait l'objet de deux Notes antérieures.

Le *s-dioxy-thionaphtène* dont il est question ici a été obtenu, comme ses homologues du thiophène et du thiotolène, par l'action de l'eau oxygénée sur le thionaphtène en solution acétique diluée et bouillante.

On peut faire varier, dans une très large mesure, la proportion de H^2O^2 employée (de 0g,5 à 8g d'oxygène actif par gramme de thionaphtène) sans modifier la nature du produit obtenu, ni le rendement de l'opération (35 pour 100 du poids de thionaphtène). L'oxydation est achevée en une heure.

Le dioxy-thionaphtène est toujours accompagné dans cette préparation d'une quantité à peu près égale de matière résineuse fluide et d'un peu d'acide sulfurique provenant de la destruction de la molécule.

Si l'on augmente la proportion d'oxydant au delà de 8g d'oxygène actif par gramme de thionaphtène et si l'on prolonge l'oxydation, le rendement diminue et l'on peut arriver à détruire tout le thionaphtène.

Quelles qu'aient été la proportion d'oxydant employé et les modifications apportées au procédé, je n'ai pu obtenir de tétroxy-thionaphtène, alors que, dans l'oxydation du thiophène et du thiotolène, le dérivé tétroxy se formait aussi aisément que le dioxy.

Le *s-dioxy-thionaphtène*, auquel l'analyse et la cryoscopie assignent la for-

---

(1) Blanc, *B. S. ch.*, 1908, p. 785.

(2) Wallach, *A.*, t. 289, p. 355; *A.*, t. 329, p. 85.

mule $C^8H^6S.O^2$, se présente sous la forme d'aiguilles incolores, fusibles à 142°-143°, sublimables, ne distillant pas sans décomposition à la pression atmosphérique, difficilement entraînables par la vapeur d'eau. Il est soluble dans l'eau bouillante, très peu soluble dans l'eau froide. C'est de ce solvant qu'il cristallise le plus pur. Le benzène, l'alcool, l'éther sulfurique, l'éther de pétrole, l'acide acétique, le chloroforme, le chlorure de carbone, l'acétone le dissolvent assez bien à chaud, mais très peu à froid, sauf le chloroforme et l'acétone.

L'acide sulfurique à 66° Baumé froid le dissout sans coloration ; l'addition d'isatine ne produit aucune coloration caractéristique ; il en est de même du réactif de Laubenheimer.

Il est insoluble dans la lessive de soude, même bouillante et ne s'y colore pas.

Il ne présente aucune des propriétés des phénols, ni des cétones, ni des quinones. Il faut donc admettre que l'oxygène qu'il possède est fixé sur le soufre.

Traité à froid par un excès de brome, le *s*-dioxy-thionaphtène ne donne lieu à aucun dégagement de HBr. Par évaporation à sec, on obtient un résidu cristallin, souillé d'un peu de matière résineuse qu'on purifie par cristallisation fractionnée dans un solvant approprié, le mieux dans l'eau.

On recueille ainsi un corps blanc, en fines aiguilles fusibles à 168°-170°. L'analyse et la cryoscopie lui assignent la formule $C^8H^6SO^2Br^2$. C'est donc le *dibromure de s-dioxy-thionaphtène*. Il est soluble dans l'eau bouillante, le benzène, le chloroforme, le sulfure de carbone, l'acide acétique, très peu soluble dans l'alcool, l'éther sulfurique et l'éther de pétrole. Il est insoluble dans les alcalis, dans l'acide sulfurique à 66° B. froid, et ne donne pas la réaction de l'indophénine.

L'obtention de ce dérivé bromé d'addition appelle une remarque intéressante. On ne connaît pas de bromé d'addition du thionaphtène. Il paraît également très difficile de préparer les bromés d'addition du thiophène et du thiotolène, qui sont encore inconnus. Or, aussitôt qu'on met en contact avec un excès de brome les thiophène, thiotolène et thionaphtène ayant préalablement fixé de l'oxygène sur le soufre, on brise les doubles liaisons libres du noyau thiophénique qui se sature de brome (¹). (Dans le cas de dioxy-thionaphtène, cette addition n'est pas accompagnée d'une substitution.) *La fixation d'oxygène sur le soufre des carbures thiophéniques facilite donc grandement la formation des dérivés bromés d'addition.*

L'acide nitrique dilué dissout le *s*-dioxy-thionaphtène, l'oxyde et le résinifie.

(¹) *Cf.* les *Comptes rendus*, t. 153, p. 73 et 821.

L'acide nitrique fumant le dissout instantanément. La solution, étendue d'eau et épuisée par le benzène, fournit des tables rhomboédriques jaune pâle, fusibles à 187°-188°, pratiquement insolubles dans l'eau, très peu solubles dans le benzène et l'alcool froids, solubles dans l'éther, le sulfure de carbone et l'acide acétique. Ces solutions virent au rouge faible par les alcalis et teintent la laine en rouge très pâle.

L'analyse et la cryoscopie attribuent à ce corps la formule $C^8H^5(NO^2)SO^2$. C'est le *mononitro-s-dioxy-thionaphtène*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur les méthylcyclohexanols*. Note de MM. F. **Bodroux** et F. **Taboury**, présentée par M. A. Haller.

Ayant constaté précédemment (*Comptes rendus*, t. 153, p. 349) que le cyclohexanol, lorsqu'on le traite à la température ordinaire par un excès de brome renfermant en dissolution 1 pour 100 d'aluminium, se transforme en *hexabromobenzène*, C^6Br^6, nous avons été amenés à essayer, dans les mêmes conditions, la bromuration des trois méthylcyclohexanols.

Ces trois alcools secondaires nous ont donné des résultats analogues.

Sur chacun d'eux, l'action du brome est énergique : elle fournit un composé solide et une huile jaunâtre. Le produit solide est presque entièrement constitué par le *pentabromotoluène*, $C^6Br^5 - CH^3$; l'huile, partie la plus importante de l'opération, est un mélange de plusieurs dérivés bromés ne se prêtant à aucune séparation.

Mise en contact avec un excès de brome, renfermant en dissolution 1 pour 100 d'aluminium, cette huile est énergiquement attaquée. La réaction fournit du *pentabromotoluène* et une substance gommeuse qu'il a été impossible de purifier dans le cas des méthylcyclohexanols 1.2 et 1.4. Mais celle qui provenait du méthylcyclohexanol 1.3 a laissé déposer, à la longue et en très petite quantité, un corps solide, cristallisant dans le toluène en longues aiguilles blanches fusibles à 295° et possédant la composition d'un *hexabromométhylcyclohexane* $C^6H^5Br^6 - CH^3$.

Espérant diminuer la proportion des produits liquides formés, nous avons traité les méthylcyclohexanols par un excès de brome renfermant en dissolution 2 pour 100 d'aluminium. Dans tous les cas, la réaction nous a fourni une substance pâteuse, noire, que nous n'avons pu décolorer et d'où nous avons en vain cherché à extraire un composé défini.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le Châtaignier du Japon à la station d'expériences du Lindois* (*Charente*). Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Communication ([1]), j'ai exposé les résultats généraux des recherches que j'ai organisées dans diverses stations des Pyrénées, du Plateau Central et des Cévennes, à la suite d'une mission que m'avait confiée l'Administration de l'Agriculture pour études sur la reconstitution des châtaigneraies, détruites par la *maladie de l'encre*. Mes recherches ont fourni entre autres résultats la démonstration de la résistance constante, depuis 9 ans, du Châtaignier du Japon (*Castanea japonica* Blume) à cette redoutable affection. Elles permettent par conséquent d'envisager la reconstitution des châtaigneraies à l'aide de cette essence.

L'une de nos stations d'expériences, celle du Lindois (Charente), de création récente au moment de ma première Communication, a fourni depuis cette époque des résultats si décisifs, que je crois utile de les faire connaître.

La station du Lindois est située dans une région du département de la Charente, qui appartient au Limousin, par son sol et par son climat. Les Châtaigniers y sont nombreux, soit en futaies, soit en taillis, et y prennent, en général, un beau développement. La *maladie des Châtaigniers* y sévit avec une grande intensité, particulièrement dans la commune du Lindois et dans la commune voisine de Roussines : une belle futaie de 120 Châtaigniers de 25 ans, appartenant au maire de Roussines, a été enlevée en 6 ans ; dans une futaie de la commune du Lindois, 35 Châtaigniers ont été emportés au cours de la seule année 1907.

La station, organisée avec le concours de M. Prioton, professeur départemental d'agriculture de la Charente, comprend deux futaies et un taillis contigus, qui étaient âgés d'une trentaine d'années au moment de l'organisation des expériences. Il y avait un foyer dans chaque futaie et la maladie y présentait un caractère exceptionnel de gravité : deux ou trois années suffisaient habituellement pour enlever des arbres de belle apparence et en pleine production fruitière. Les deux futaies sont entièrement détruites ; le taillis n'est que partiellement atteint.

Les plants de Châtaignier du Japon et les plants de Châtaignier indigène de même âge destinés à servir de témoins ont été plantés par petits groupes dans des parties diverses atteintes des trois châtaigneraies. Chaque groupe comprenait le plus souvent Châtaigniers du Japon et 2 Châ-

([1]) *Sur la résistance du Châtaignier du Japon à la maladie de l'encre* (*Comptes rendus*, 13 décembre 1909).

taigniers indigènes, et était protégé par une clôture. Certains Châtaigniers sont en expérience depuis 4 ans, d'autres depuis 3 ans, d'autres enfin depuis 2 ans.

I. *Châtaigniers en expérience depuis 4 ans.* — 1° Dans la partie centrale des foyers, 16 Châtaigniers indigènes sur 16 sont morts, 15 Châtaigniers japonais sur 16 sont vivants; le 16e, après avoir pris un très beau développement, est mort de folletage au cours de l'été dernier.

2° Sur le pourtour des foyers, 12 Châtaigniers indigènes sur 12 sont morts, 12 Châtaigniers japonais sur 12 sont vivants.

3° Dans ces parties de châtaigneraies qui étaient saines au moment de la plantatiou et qui ont été envahies par la suite, 5 Châtaigniers communs sur 8 sont morts, les 8 Châtaigniers japonais sont vivants.

4° Dans les parties de châtaigneraies qui sont restées saines, tous les Châtaigniers communs et tous les Châtaigniers japonais sont vivants.

II. *Châtaigniers en expérience depuis 3 ans.* — 1° 25 Châtaigniers communs ont été plantés dans diverses parties des foyers, au mois de décembre 1908, en remplacement de 25 Châtaigniers communs témoins très au cours de l'année 1908, c'est-à-dire après une année de plantation ; 23 de ces remplaçants sur 24 sont morts actuellement, et les deux survivants sont dépérissants. Deux séries de témoins ont donc été successivement emportées par la maladie, dans les foyers, depuis 4 ans.

2° 5 nouveaux groupes de Châtaigniers ont été plantés à la même époque dans des parties saines ou faiblement contaminées. Dans les dernières, 2 Châtaigniers communs sur 4 sont morts ; dans les premières, les Châtaigniers communs sont tous vivants ; dans les unes et les autres, les Châtaigniers japonais sont tous restés vivants.

III. *Châtaigniers en expérience depuis 2 ans.* — 1° Dans les parties les plus anciennement contaminées, 13 Châtaigniers communs sur 14 sont morts : 5 en 1910 et 8 en 1911 ; 12 Châtaigniers japonais sur 14 sont vivants, les 2 autres n'ayant point repris à la plantation.

2° Dans des parties plus récemment contaminées, sur 18 Châtaigniers communs, 12 sont morts, dont 7 en 1910 et 5 en 1911. Sur 18 Châtaigniers japonais, 17 sont vivants, le 18e n'ayant point repris.

3° Dans les parties encore saines, les Châtaigniers communs sont tous restés vivants, 1 Châtaignier japonais est mort par défaut de reprise.

La plantation de cette série a été faite en mars 1910 qui a été un mois sec, le mois d'avril a été beau lui aussi. C'est à ces conditions peu favorables aux plantations arbustives qu'il faut sans doute attribuer l'absence de reprise de 4 Châtaigniers japonais : 3 dans la partie malade et 1 dans la partie saine. Les plantations précédentes, faites dans des conditions meilleures, avaient été suivies en effet d'une reprise complète.

En résumé : 1° Dans les parties les plus contaminées, les 30 Châtaigniers communs en expérience depuis 4 ans sont morts; sur 25 Châtaigniers com-

muns en expérience depuis 3 ans, 23 sont morts; sur 14 Châtaigniers communs plantés depuis 2 ans, 13 sont morts; au total, 86 Châtaigniers communs sur 89 sont morts et les 3 qui survivent sont dépérissants.

2° Dans les parties les moins contaminées, il est mort : 19 Châtaigniers communs sur 26 plantés depuis 4 ans; 2 Châtaigniers communs sur 4 plantés depuis 3 ans; 12 Châtaigniers communs sur 18 en expérience depuis 2 ans.

Il est donc mort au total 33 Châtaigniers communs sur 48.

3° Dans les parties encore saines, tous les Châtaigniers communs, au nombre de 14, plantés depuis 4, 3 ou 2 ans, sont restés vivants.

4° Sur 90 Châtaigniers du Japon en expérience depuis 2, 3 ou 4 ans, 1 est mort folleté au cours de l'été dernier, 4 n'ont point repris à la transplantation, soit 3 sur 76 dans les foyers et 1 sur 14 dans les parties saines. Les autres sont restés vivants.

L'extrême gravité présentée par la maladie de l'encre, dans les foyers de la station du Lindois, donne, à la résistance que le Châtaignier du Japon y manifeste aussi nettement que dans mes autres stations d'expériences, une force démonstrative particulière que rend encore plus saisissante la croissance vigoureuse des Châtaigniers japonais parmi les Châtaigniers communs morts ou mourants.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'action fertilisante du soufre.* Note de M. A. **Demolon**, présentée par M. Müntz.

Dans une Note récente (¹), M. E. Boullanger signale l'action favorable que peut exercer le soufre en fleur sur la végétation. Nous avons été amené de notre côté à nous préoccuper de la même question, au cours de nos études sur l'emploi agricole du *crude ammoniac*. Ce résidu de l'épuration du gaz d'éclairage jouit auprès des agriculteurs du nord de la France (Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Aisne, Oise, Somme), d'une faveur qui ne peut s'expliquer uniquement par un apport d'azote ammoniacal toujours faible (1 à 3 pour 100 en général). La majeure partie des composés azotés du crude se trouve en effet à l'état de combinaisons cyanurées (*ferrocyanures complexes notamment*), dont l'azote est pratiquement inerte, ou n'évolue que très difficilement, sous l'influence des divers facteurs chimiques

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 5 février 1912, p. 369.

et biologiques intervenant dans le sol. D'autre part, le *crude ammoniac* rênferme toujours une quantité importante de soufre libre. Cette teneur en soufre a varié de 25 à 50 pour 100 dans nos analyses, avec une moyenne de 40 pour 100 environ. Dans le *Bulletin annuel de la Station agronomique de l'Aisne de* 1910, nous émettions l'opinion, à la suite de nos recherches, que ce soufre pouvait intervenir dans l'action fertilisante du crude, qu'une pratique agricole suffisamment longue permet de considérer aujourd'hui comme consacrée.

Nous relaterons quelques expériences entreprises dès cette époque dans le but de vérifier notre hypothèse.

I. *Expériences de culture* (1911). — Terre de jardin sablo-argileuse, bien pourvue d'engrais minéraux et organiques les années précédentes, reçoit uniquement 10g de soufre en fleur par mètre carré, enterrés au rateau.

		Racines.	Feuilles.
Rutabagas.	Avec soufre.........	kg 7,417	»
	Témoin............	3,505	»
Panais.	Avec soufre.........	12,030	kg 8,120
	Témoin.............	8,600	6,650
Betteraves.	Avec soufre.........	44,120	23,750
	Témoin.............	34,900	18,000

Nous avons également observé une action favorable très nette sur une culture de navets. Si l'on rapproche les résultats ci-dessus de ceux obtenus par M. Boullanger sur Carottes, Haricots, Céleris, Laitues, Oseilles, Chicorées, Pommes de terre, Oignons et Épinards, on constate que le nombre de végétaux sensibles à l'action du soufre est très considérable et qu'on les rencontre dans des familles botaniques très diverses. Les Crucifères paraissent toutefois devoir être placées au premier rang à cet égard.

Nos expériences nous ont permis d'observer que, dans les parcelles soufrées, le système foliacé présentait d'une manière générale une teinte d'un vert plus foncé, qui à l'œil permettait de reconnaître immédiatement ces parcelles. Au moment de la sécheresse de l'été, nous n'avons pas observé, en présence de soufre, la tendance au jaunissement qui s'est parfois manifestée pour les témoins. Le soufre nous paraît donc exercer une action sur le développement de la chlorophylle. Il est par conséquent peu probable que son rôle provienne uniquement de l'influence qu'il peut exercer sur les microorganismes du sol.

II. *Évolution du soufre dans le sol.* — Ayant observé qu'un grand nombre de terres traitées à l'ébullition par HCl, à 2 pour 100, ne donnent que des traces de sulfate, nous avons recherché si le soufre est susceptible en s'oxydant dans le sol de donner naissance à de l'acide sulfurique.

100g de terres de diverses natures, préalablement échantillonnées et séchées dans le vide, sont additionnés soit de 5g de fleur de soufre, soit de 10g de crude ammoniac.

Les échantillons mélangés et arrosés de temps en temps sont placés dans des soucoupes et abandonnés dans une serre pendant tout l'été. Après dessiccation dans le vide, on dose l'acide sulfurique (extraction à chaud par HCl à 2 pour 100 sur 10g).

	Sulfates (en SO^4Ba).		
	Dans la terre.	Introduits.	Dosés en fin d'expérience.
		mg	mg
1. Terre argilo-sableuse (Limé) + crude	traces	195	240
2. Terre argilo-calcaire (Bazoches) + crude .	traces	195	239
3. Terre sableuse (Saponay) + crude	traces	195	195,5
4. Terre argilo-calcaire (mont Notre-Dame) + soufre	traces	34	68
5. Terre de limon (Tannières) + soufre.....	traces	34	50

Le soufre est donc susceptible d'évoluer lentement, au moins dans certains sols, et de donner naissance à de petites quantités de sulfate.

Assurément ce phénomène ne joue peut-être qu'un rôle secondaire dans l'action fertilisante observée si nettement. Il permet du moins d'expliquer dans une certaine mesure l'influence du soufre sur le verdissement des feuilles.

Nos expériences en cours, dans les conditions de la pratique agricole, nous permettront de vérifier si l'action du soufre s'observe encore en présence des diverses sources d'acide sulfurique (fumier, superphosphates, kaïnite, etc.).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Identification du glucoside des feuilles de* Kalmia latifolia *avec l'asébotine*. Note de M. **Em. Bourquelot** et Mlle **A. Fichtenholz**, présentée par M. Jungfleisch.

Un glucoside désigné sous le nom d'*asébotine* a été découvert, en 1883, par J.-F. Eykman, dans les feuilles d'*Andromeda japonica* Thunb. (1). Depuis lors, à notre connaissance, il n'a été l'objet d'aucune recherche nouvelle.

D'après Eykman, l'asébotine se présente sous la forme de fines aiguilles incolores, à saveur amère, très peu solubles dans l'eau froide, l'éther et le chloroforme, facilement solubles dans l'eau chaude, l'alcool et l'acide

(1) Over de bestanddeelen van *Andromeda japonica* Thunb. (*Nieuw Tijdschrift voor de Pharmacie in Nederland*, t. XVI, 1883, p. 69). Voir aussi : *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. II, 1883, p. 99.

acétique. Elle ne contient pas d'eau de cristallisation et fond à 147°,5 environ.

Le glucoside que nous avons retiré des feuilles de *Kalmia latifolia* L., plante appartenant, comme les *Andromeda*, à la famille des Éricacées, présente un certain nombre de propriétés qui lui sont communes avec celles de l'asébotine ([1]); il en est ainsi, en particulier, des propriétés qui concernent sa solubilité dans divers véhicules. Mais, après dessiccation à l'air, il peut encore perdre plus de 6 pour 100 de son poids si on le chauffe à 105°, et, ce qui concorde avec cette propriété, il présente deux points de fusion : l'un situé vers 115° et l'autre vers 154° (corr.).

Comme, d'autre part, Eykman ne dit rien des propriétés optiques de l'asébotine alors que notre glucoside est lévogyre avec un pouvoir rotatoire voisin de — 59°, et qu'il ne parle pas davantage de réaction avec le perchlorure de fer, alors que la solution du glucoside du *Kalmia* prend, lorsqu'on l'additionne de quelques gouttes de ce réactif, une coloration rouge caractéristique, il était impossible, avec les données de cet auteur, de se prononcer sur l'identité ou la non-identité des deux principes.

C'est pour cette raison que nous nous sommes résolus à extraire le glucoside des feuilles d'*Andromeda japonica*, afin de pouvoir le comparer avec celui du *Kalmia*.

Nous y sommes d'ailleurs parvenus assez facilement, bien que nous n'ayons opéré que sur 300^g de feuilles fraîches.

Celles-ci ont été traitées à la manière ordinaire par l'alcool bouillant. On a obtenu ainsi une teinture alcoolique dont on a enlevé l'alcool par distillation et qu'on a déféquée partiellement par addition de 1^g d'acétate neutre de plomb. Après filtration, on a précipité le plomb restant en solution dans la liqueur par un courant d'hydrogène sulfuré; on a filtré et évaporé les liquides jusqu'à consistance sirupeuse.

Aucune cristallisation ne s'étant produite, même après plusieurs jours d'attente, on a distillé à sec, sous pression réduite, et l'on a épuisé le résidu, à trois reprises, à l'ébullition, par de l'éther acétique, en employant chaque fois 250$^{cm^3}$ de dissolvant.

Les liquides éthéro-acétiques étant rassemblés, on les a distillés, puis on a repris le résidu par l'eau bouillante, ce qui a donné un liquide trouble qu'on a laissé refroidir et agité avec de l'éther sulfurique. On a soutiré la partie aqueuse et on l'a réduite, par distillation dans le vide, à un petit volume. La cristallisation a commencé aussitôt.

Les cristaux recueillis dans cette première opération et ceux qui se sont déposés encore après concentration des eaux mères déféquées au sous-acétate de plomb,

---

([1]) *Application de la méthode biochimique au* Kalmia latifolia *L. et obtention d'un glucoside* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1500, et *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 7e série, t. V, 1912, p. 49).

pesaient, en tout, 1g,25. On les a purifiés par deux nouvelles cristallisations à l'aide de l'eau bouillante additionnée d'un peu de noir animal et de talc lavé, et, finalement, on a obtenu un produit blanc, ayant tout à fait l'apparence des cristaux retirés du *Kalmia*.

Voici d'ailleurs, parmi ses propriétés, celles qui permettent de résoudre la question posée au commencement de cette Note.

Séché à l'air, il a présenté les deux points de fusion (114° et 153°,5 corr.) du glucoside du *Kalmia*. Chauffé à 105°, il a perdu 6,95 pour 100 de son poids. Son pouvoir rotatoire, déterminé sur une solution dans l'alcool à 50°, a été trouvé égal à $-55°,4$:

$$(p = 0,3082;\ v = 25;\ l = 2;\ \alpha = -1°22' \text{ ou } -1°,366),$$

ce qui correspond à $-59°,5$ pour le produit anhydre.

Enfin, sa solution aqueuse a donné, avec le perchlorure de fer, une coloration rouge identique à celle qu'on obtient avec une solution de même concentration préparée avec le glucoside du *Kalmia*.

Ces faits suffisent, nous semble-t-il, pour qu'on puisse affirmer que le glucoside du *Kalmia* est identique à l'asébotine.

Remarquons que le rendement des feuilles de *Kalmia* en asébotine [1] est beaucoup plus élevé que celui des feuilles d'*Andromeda*: 26g,6 par kilogramme avec la première espèce et seulement 4g,15 avec la seconde.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des heures de repas sur la dépense énergétique de l'homme.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Chauveau.

Nous examinerons l'influence des heures de repas sur la dépense d'énergie de l'homme à deux points de vue :

1° En variant la nature de l'alimentation ;

2° En effectuant un travail constant à des moments de plus en plus éloignés de celui du repas.

I. *Modifications de la dépense statique en fonction du temps et de la nature de l'aliment :*

A. *Substances hydrocarbonées.* — Le sujet, 30 ans, 69kg, état robuste, observe un

---

[1] Voir *Journ. de Pharm. et de Chim. : loc. cit.*, p. 53.

jeûne de 12 heures, depuis la veille au soir ($8^h 30^m$) jusqu'au moment de l'expérience, $8^h 30^m$ du matin.

L'expérience consiste à mesurer les échanges gazeux de la respiration pendant 5 *minutes*, et au repos le plus strict. Une première détermination est faite à jeun à $8^h 30^m$ du matin; aussitôt après, on ingère des aliments hydrocarbonés, avec du thé léger en boisson; c'est un poids total de 900^g à 950^g et une teneur en hydrates de carbone de $95^g,50$ environ (riz et pommes de terre cuites, bananes). A 9^h, on mesure les échanges respiratoires et l'on poursuit ainsi d'heure en heure, jusqu'à midi.

Le mesurage des gaz utilise la soupape buccale de M. Chauveau, les spiromètres de M. Tissot et l'eudiomètre de Laulanié. Une canalisation amène l'air du dehors pour l'inspiration. Quant à la température de la pièce, elle se maintenait au voisinage de 16°.

Nous donnerons les *moyennes* des résultats obtenus ainsi, c'est-à-dire sur nous-même. On trouvera ailleurs [1] les Tableaux détaillés de nos chiffres, et ceux tout à fait analogues qui concernent un autre sujet d'un poids de 53^{kg}.

Voici donc, seulement, quelle fut la marche du quotient respiratoire et de la dépense d'oxygène en 5 minutes :

	A jeun.	Après un repas hydrocarboné.			
Heures....	$8^h 30^m$.	9^h.	10^h.	11^h.	12^h.
$\frac{CO^2}{O^2}$	0,88	0,90	0,93	0,94	0,91
O^2 total.........	1261^{cm^3}	1398^{cm^3}	1380^{cm^3}	1289^{cm^3}	1201^{cm^3}

Le quotient respiratoire, élevé à l'état de jeûne, montre que les réserves de l'organisme, accumulées la veille, n'avaient pas été épuisées par une abstinence de 12 heures. Sa marche ascendante, 30 *minutes après le repas*, est le signe d'une utilisation presque immédiate des hydrates de carbone ingérés; et cette utilisation a pour conséquence une dépense d'oxygène régulièrement décroissante.

B. *Substances azotées.* — Le repas (viande, œufs, fromage et pain de gluten) équivaut à 100^g de protéiques, et représente environ la même masse que précédemment. Des expériences, symétriques à celles que nous venons de relater, ont donné les moyennes suivantes :

	A jeun.	Après un repas azoté.			
Heures.......	$8^h 30^m$.	9^h.	10^h.	11^h.	12^h.
$\frac{CO^2}{O^2}$	0,86	0,79	0,78	0,77	0,75
O^2 total.........	1336^{cm^3}	1358^{cm^3}	1553^{cm^3}	1552^{cm^3}	1556^{cm^3}

L'utilisation des aliments azotés semble commencer rapidement et donne

(1) *Journal de Physiologie*, 1912.

lieu à une dépense d'oxygène régulièrement croissante. Au bout de 2 heures, il s'établit un régime qui marque un arrêt dans ce gaspillage.

II. *Modifications de la dépense dynamique en fonction du temps et de la nature de l'alimentation :*

A. *Substances hydrocarbonées.* — Le repas est pris à 7^h30^m; il équivaut à 141^g d'hydrates de carbone, sous une masse de 950^g. Cette teneur plus riche, voulue à raison du travail mécanique que le sujet devra produire, n'a pas modifié la marche générale de la dépense au repos.

A 8^h30^m, 1 heure après l'ingestion des aliments, on mesure les échanges respiratoires pendant 10 *minutes* et au repos, ensuite, en travaillant au *bicycle à frein*, produisant en 10 minutes 1156^{kg} = 2^c,72 en grandes calories.

Cette double épreuve est renouvelée de jour en jour, à des heures de plus en plus éloignées de celle du repas, c'est-à-dire à 9^h30^m, 10^h30^m, 11^h30^m.

On a obtenu :

		8^h30^m.	9^h30^m.	10^h30^m.	11^h30^m.
$\frac{CO^2}{O^2}$	Repos	0,90	0,91	0,93	0,84
	Travail	0,93	0,94	0,94	0,87
O^2 total.	Repos	3150$^{cm^3}$	3105$^{cm^3}$	2655$^{cm^3}$	3051$^{cm^3}$
	Travail	6980	6725	6233	7195
	Différence...	3830$^{cm^3}$	3620$^{cm^3}$	3578$^{cm^3}$	4144$^{cm^3}$

La dépense énergétique, soit totale, soit celle qui correspond strictement au travail effectué, diminue peu à peu; en un mot le travail, quand les matériaux hydrocarbonés sont en plein métabolisme, se produit *économiquement*.

B. *Substances azotées.* — Mêmes dispositions expérimentales que plus haut; repas azoté de 900^g d'aliments et boisson, contenant 95^g d'hydrates de carbone. On a trouvé :

		8^h30^m.	9^h30^m.	10^h30^m.	11^h30^m.
$\frac{CO^2}{O^2}$	Repos	0,81	0,80	0,81	0,82
	Travail	0,82	0,83	0,87	0,87
O^2 total..	Repos	3080$^{cm^3}$	3180$^{cm^3}$	3159$^{cm^3}$	3022$^{cm^3}$
	Travail	7430	7824	7565	7170
	Différence...	4350$^{cm^3}$	4644$^{cm^3}$	4406$^{cm^3}$	4148$^{cm^3}$

La dépense dynamique, ou totale ou stricte, augmente régulièrement pendant les 3 heures qui suivent le repas. C'est exactement l'inverse d'une alimentation hydrocarbonée. Et comme dans toutes nos expériences, il

intervient à la 4ᵉ heure de nouveaux matériaux combustibles qui modifient la dépense et le quotient respiratoire dans un sens opposé à leur marche normale.

Mais le fait le plus important, c'est que la production d'un même travail est plus onéreuse avec une alimentation azotée qu'avec une alimentation par hydrates de carbone. On calculerait un excès moyen de 4,50 pour 100 par jour de travail.

Enfin il n'est pas indifférent que le travail s'effectue *tardivement* dans le premier cas, et *immédiatement* dans celui du régime hydrocarboné.

TÉRATOLOGIE. — *Monstre humain parasitaire.* Note de MM. R. Toupet et A. Magnan, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons examiné grâce à l'obligeance de M. le professeur Pinard, un monstre double provenant de la clinique Baudelocque et dont un des individus présentait une anatomie particulière.

Le monstre se composait d'un fœtus normal, du sexe féminin, à la partie inférieure duquel se trouvait annexée une masse qui, au premier abord, paraissait informe et dans laquelle on ne distinguait nettement qu'une jambe et un pied.

Au palper, on se rendait compte qu'on se trouvait en présence d'un embryon coudé sur lui-même et inséré par le côté à la partie postérieure du premier fœtus.

Cet embryon, long de 25^{cm}, montrait un seul membre inférieur formé uniquement d'une masse allongée, sans articulations, longue de 8^{cm} et d'un pied qui présentait 8 doigts nets et une prolifération en forme de doigt se différenciant de la plante de ce pied.

La fesse correspondant à ce membre était énorme et offrait en son milieu une excroissance tubulaire. A la dissection, on distinguait dans ce membre un tibia sans péroné, un tarse épais, 8 métatarsiens correspondant aux 8 doigts munis chacun de phalanges. L'excroissance tubulaire et la prolifération de la plante du pied étaient dépourvues de tout squelette. La fesse était très œdématiée et se montrait creusée en son milieu de deux poches remplies de liquide.

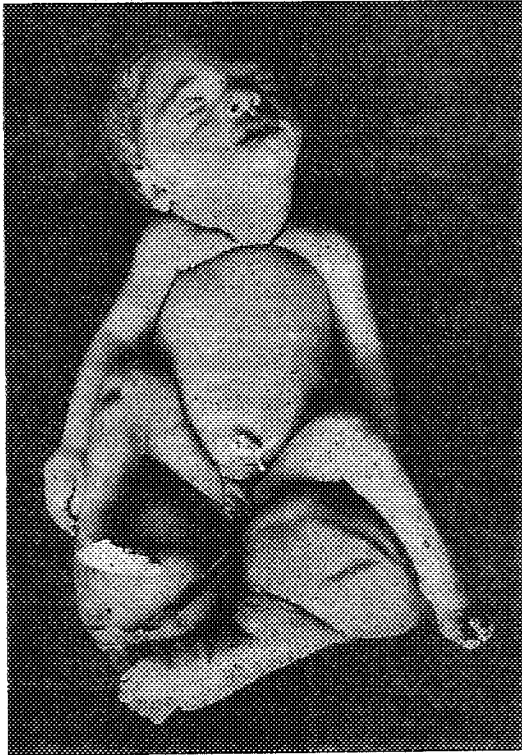
Le membre inférieur s'articulait, ou mieux, s'insérait sur la masse soudée au premier fœtus, masse allongée dans le sens transversal et figurant le tronc.

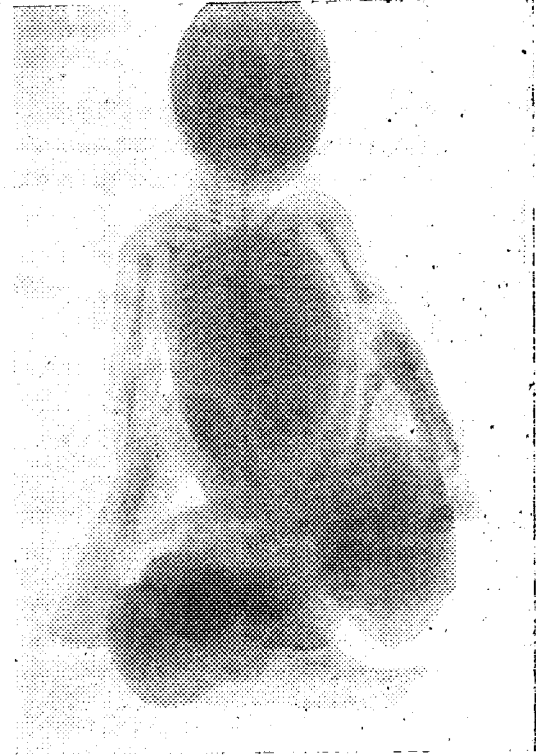
La tête, ou mieux ce qui en tenait lieu, faisait suite au tronc auquel elle était reliée par un pédicule dans lequel le palper ne permettait de déceler aucune vertèbre.

En examinant le tronc, nous avons trouvé, dans le voisinage de l'insertion de la jambe, un bassin réduit à un sacrum. Le tibia précédemment décrit était en rapport avec ce

sacrum par un os figurant le fémur, minuscule et long de 1^{cm}. Sa composition était cartilagineuse. La colonne vertébrale n'existait pas et la tête ne présentait aucune ossification. Nous avons pu faire une radiographie du monstre ([1]). On y distingue nettement le sacrum et le tibia. Aucune autre ossification ne peut être décelée, sauf en deux points au niveau des métatarsiens.

Le système nerveux était peu différencié. La tête, qui était de forme ovalaire et sur laquelle on ne constatait aucune ouverture, n'offrait ni yeux, ni bouche, ni nez, ni oreilles. Elle présentait intérieurement, sous une peau très mince, une masse compacte





dans laquelle nous avons reconnu deux hémisphères cérébraux et un cervelet. Il nous a été impossible de trouver la moindre trace d'une moelle épinière.

L'examen du tronc nous a révélé une cavité divisée en deux transversalement par une sorte de diaphragme formé d'une lamelle de tissu élastique et musculaire. Dans la partie qui correspondait à la cage thoracique, il y avait un organe volumineux, riche en tissu élastique, criblé de nombreux vaisseaux, que sa composition histologique nous a fait assimiler au poumon.

La partie correspondant au médiastin antérieur était occupée par un organe creux,

---

([1]) Cette radiographie est due à l'obligeance de M. Maheu, chef du laboratoire de Radiologie de l'hôpital des Enfants-Malades.

musculaire, gorgé de sang, de morphologie analogue à celle du cœur. Cet organe ne présentait d'ailleurs aucune liaison vasculaire apparente.

Un organe glandulaire histologiquement comparable au foie remplissait la partie postérieure du tronc tandis que sur le côté se logeait un intestin court, divisé en un intestin grêle terminé en cul-de-sac et en un gros intestin qui pénétrait dans la fesse et se perdait au milieu des tissus. Il n'y avait pas trace d'anus.

Cet embryon, chez lequel tous les organes étaient au moins ébauchés, était logé entre les jambes du fœtus normal dont l'anus s'ouvrait à la face antérieure du corps, à 1^{cm} au-dessous de la vulve. Le fœtus parasitaire pénétrait, par sa région thoracique, dans le grand fessier droit du fœtus normal. Le poumon du fœtus malformé était accolé au grand fessier, duquel il était séparé par une couche de tissu conjonctif, et c'est là que prenaient naissance les vaisseaux nourriciers du parasite.

Le grand fessier était à ce niveau déprimé, mais son intégrité paraissait en grande partie respectée. Le fœtus normal n'avait pas de *spina bifida*; il n'y avait donc pas de rapport entre les systèmes nerveux des deux corps.

L'individualité des deux fœtus était complète. Le fœtus normal avait son bassin indépendant ainsi que tous ses muscles pelvitrochantériens, ceux du côté droit étant peut-être comprimés, mais capables de fonctionner. Sa paroi rectale était indemne.

Il serait donc facile, dans un cas analogue, d'opérer l'enfant bien constitué, de réséquer l'embryon parasitaire dont l'adhérence se faisait uniquement par la peau et du tissu conjonctif. L'hémostase serait des plus simples puisqu'à ce niveau il n'y avait pas de vaisseaux importants.

BACTÉRIOLOGIE. — *Expériences sur la vie sans microbes.* Note [1] de M. MICHEL COHENDY, présentée par M. E. ROUX.

La vie sans microbes est-elle possible?

En 1885, Pasteur [2] plaça cette question parmi celles que la bactériologie avait grand intérêt à résoudre. Depuis lors, plusieurs savants [3] cherchèrent à y répondre ; ils aboutirent à cette conclusion que certains insectes peuvent se développer normalement sans le secours des Bactéries et que, par contre, les Vertébrés semblent ne pouvoir se passer d'elles.

Ayant repris, à l'instigation de M. Metchnikoff, l'expérimentation sur les

(1) Présentée dans la séance du 12 févier 1912.

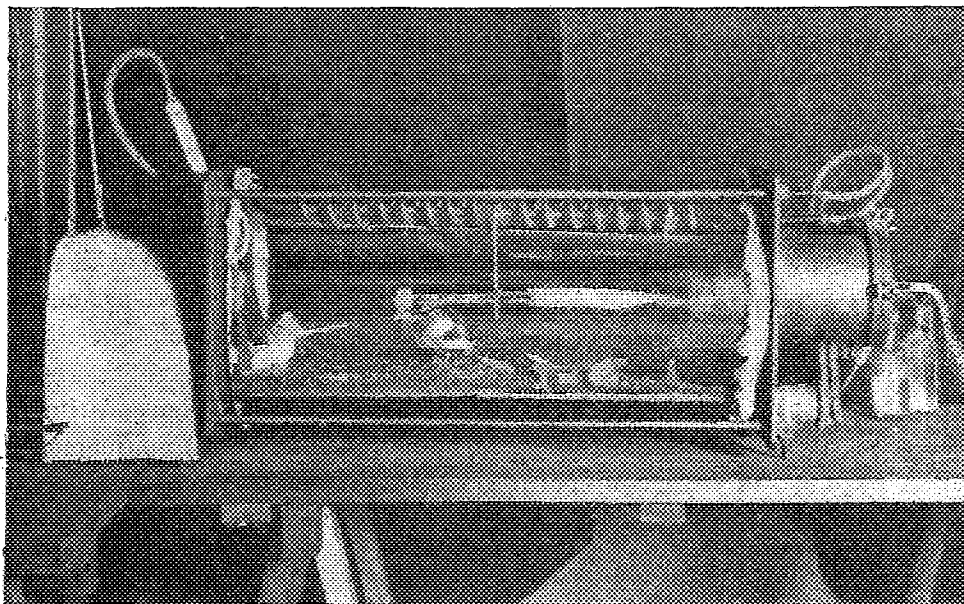
(2) *Comptes rendus*, t. 100, 1885, p. 66.

(3) SCHOTTELIUS, NUTTALL et THIERFELDER, METCHNIKOFF, PORTIER, OLGA METCHNIKOFF, MORO, BOGDANOW, WOLMAN.

Vertébrés, nous sommes arrivés, en ce qui les concerne, à une opinion inverse.

Pour nos expériences, nous avons choisi, ainsi que le conseillait Pasteur, le Poulet. Elles ont été poursuivies pendant trois années consécutives.

Technique expérimentale. — L'appareil (figure ci-dessous) que nous avons créé à cet effet est essentiellement différent du dispositif adopté dans d'autres recherches



d'élevages aseptiques [1]. Il est stérilisable en bloc, à 120°, sous pression de vapeur d'eau. Les diverses ouvertures en sont bouchées au coton et garanties extérieurement par une chambre métallique à fermeture hermétique. Toute manipulation nécessitant l'ouverture de l'appareil est faite les mains sous l'abri d'une avant-chambre en toile de caoutchouc aseptisée.

Les œufs (au nombre de 3 ou de 4), à la veille de leur éclosion, sont introduits après stérilisation externe (l'intérieur est normalement aseptique) dans une partie en bronze de l'appareil, réalisant un incubateur à degré hygrométrique, aération et disposition de chaleur convenables. Les poussins qui viennent de naître peuvent circuler librement de l'incubateur, ou « mère artificielle », dans une partie en verre, la « cour d'élevage ». Ils trouvent là en abondance lumière du jour, eau fraîche, air frais, sable et aliments; le tout en milieu stérile.

Les contaminations accidentelles sont décelées, en cours d'expérience, par des géloses

---

(1) SCHOTTELIUS, *Archiv für Hygiene*, t. XXXIX, 1899; t. XLII, 1902; t. LXVII, 1908.

en boîte ouverte et par des tubes ouverts de bouillon disposés dans l'appareil. Le contrôle général de l'asepsie à la fin de l'expérience consiste en ensemencements aérobies et anaérobies de tout le contenu du tube digestif, du sang, des plumes, de tout ou parties (bec, ailes, pattes) de l'animal, de l'eau, du sable, du coton, des débris de coquille, d'aliments, de déjections et de déchets divers.

Des témoins, de la même couvée, sont placés dans des conditions d'élevage aussi voisines que possible de celles que nous venons de décrire, mais ils sont exposés, depuis leur naissance, à l'infection microbienne normale. Une autopsie comparative entre les élèves stériles et les élèves témoins est faite à la fin de chaque expérience. Le poids de chacun d'eux est noté ainsi que celui des élèves d'un élevage ordinaire provenant également de la même couvée.

Nous ne pouvons faire entrer dans le cadre de cette Communication les détails de la technique expérimentale et ceux de nos observations; ils seront publiés dans un prochain numéro des *Annales de l'Institut Pasteur*.

Résumé. — Malgré toute notre attention nous n'avons pu prévenir certains accidents, parfois déconcertants, survenus en cours d'expérience. Pour cette raison, le nombre de nos élevages stériles est relativement restreint.

Ces élevages ont été conduits avec succès jusqu'à différents stades du développement de l'animal : 12e, 15e, 20e, 22e, 23e, 35e, 40e et 45e jours. Nous n'avons pu les pousser plus loin, à cause des dimensions de l'appareil, dimensions au delà desquelles, la construction, réalisée malgré de sérieuses difficultés par M. P. Lequeux, devenait impossible.

TABLEAU COMPARATIF DES MOYENNES DE POIDS.

Élevages stériles.

Date des expériences	Nature des œufs.	Jour.	Différence des poids (*) : Entre (A) et (B).	Entre (B) et (C).
22 juin 1907 (1).....	Forêt Noire	12^e^	$-\frac{1}{22}$ (2g)	$-\frac{1}{3,5}$ (18g,8)
21 juillet 1908......	Faverolles	15^e^	$+\frac{1}{12}$ (5g,3)	$+\frac{1}{16}$ (4g,2)
12 mai 1908........	Faverolles	20^e^	$+\frac{1}{5}$ (21g)	$-\frac{1}{10,4}$ (9g)
17 avril 1911 (2).....	Houdan	22^e^	$-\frac{1}{8}$ (8g,2)	$-\frac{1}{11}$ (6g,5)

(*) (A) : élèves stériles; (B) : élèves témoins; (C) : élèves normaux.

(1) Expérience faite en Allemagne avec un appareil d'essai défectueux.
(2) Manque d'eau de boisson dans l'appareil.

Date des expériences	Nature des œufs.	Jour.	Différence des poids : Entre (A) et (B).	Entre (B) et (C).
24 octobre 1909.....	Faverolles	33e	$-\frac{1}{5,6}$ (19g)	$-\frac{1}{7}$ (17g)
5 mars 1911........	Houdan	35e	$+\frac{1}{19}$ (3g,5)	$-\frac{1}{3,8}$ (23g)
10 juin 1910 (1).....	? (pas noté)	40e	$-\frac{1}{1,5}$ (86g)	$-\frac{1}{7,4}$ (21g)
7 juin 1911.........	Houdan	45e	$+\frac{1}{8,8}$ (7g,5)	$-\frac{1}{3,1}$ (27g,1)

Le résultat est que nos élèves stériles sont au moins aussi développés que leurs témoins; et cela aussi bien à 6 semaines qu'à 15 jours.

Rendu à l'infection microbienne normale, le poulet stérile ne souffre pas de la présence des innombrables Bactéries saprophytes ou pathogènes, qui, en moins de 24 heures, ont envahi son tube digestif. Il grandit, devient adulte, fait souche normale.

Ce fait expérimental semble démontrer que la préparation à la lutte contre ces microbes n'est pas le résultat d'une acquisition individuelle, mais est héréditaire.

Conclusion. — *La vie sans microbes est possible pour un Vertébré, le Poulet, pourvu normalement d'une riche flore microbienne.*

Cette vie aseptique n'entraîne, par elle-même, aucune déchéance de l'organisme.

Ainsi, le principe d'adaptation indissoluble entre l'animal et *ses* Bactéries, principe qui se présentait à nous comme une loi biologique bien établie, n'est pas d'accord cette fois avec l'expérience. Les microbes, à l'aide desquels la matière vivante se perpétue dans la nature, ne sont pas indispensables à certains Vertébrés *en eux*; et cette constatation qui trouve sa preuve, dans un fait naturel observé récemment chez la Roussette (*Pteropus medius*) par Metchnikoff (2), peut déjà nous guider dans la conduite que nous avons à tenir vis-à-vis du monde microbien peuplant notre tube digestif.

(1) Insuffisance d'air respirable dans l'appareil.
(2) *Roussettes et microbes* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXXIII.

BACTÉRIOLOGIE. — *Culture du bacille de Koch en milieu chimiquement défini.* Note [1] de MM. **P. Armand-Delille, A. Mayer, G. Schaeffer** et **E. Terroine**, présentée par M. A. Dastre.

Qu'il s'agisse d'obtenir des modifications morphologiques du bacille tuberculeux ou d'étudier la production de la tuberculine, il y a un grand intérêt à tenter de remplacer les milieux de culture du bacille tuberculeux, empiriquement constitués, par des milieux chimiquement définis. Pour obtenir ce résultat on peut, comme Proskauer et Beck, Frouin, Marie et Tiffeneau, Löwenstein et Pick, constituer synthétiquement de semblables milieux. Il nous a semblé pratique de procéder analytiquement et de chercher dans le bouillon peptoné quels sont les éléments indispensables au développement du microbe. Les résultats des recherches de Kutscher, Gulewitsch et leurs collaborateurs ont récemment facilité cette étude.

Le bouillon dont on se sert habituellement pour la culture du bacille de Koch a pour constituants fondamentaux du bouillon de bœuf contenant en dissolution 10 pour 1000 de peptone, 5 pour 1000 de chlorure de sodium et 40 pour 1000 de glycérine [2].

Comme on le voit, dans le bouillon complet, l'azote organique provient de deux sources : la peptone et le bouillon de bœuf. Nous avons cherché successivement quels étaient les composés qui, dans ces substances, ont une importance manifeste pour le développement du bacille.

1° *Peptone.* — Lorsqu'on ensemence du bacille de Koch sur des solutions de peptones, additionnées bien entendu de glycérine et de sel, mais ne contenant pas de bouillon, on constate que toutes les peptones préparées à partir de la chair musculaire (bœuf), soit par action diastasique : par la pepsine, par la trypsine, par la papaïne, soit par l'acide chlorhydrique, permettent un développement extrêmement riche; par contre la peptone Chapoteaut permet un développement moyen, la peptone de Witte et la peptone de soie ne donnent que des cultures très pauvres.

2° *Bouillon.* — Si maintenant on fait des cultures sur bouillon seul, on ne constate

(1) Présentée dans la séance du 12 février 1912.

(2) Les essais ayant pour but de supprimer la glycérine dont la présence est si gênante pour toute tentative de séparation ultérieure de substances chimiques définies ont échoué; nous n'y insistons pas ici et nous nous bornons à l'étude des constituants azotés. Nous avons également laissé de côté l'étude de la constitution saline des milieux, adoptant les résultats de Proskauer et Beck.

qu'un développement extrêment faible, parfois nul ; mais si l'on ajoute du bouillon aux peptones qui ne permettaient qu'un faible développement, alors on obtient de très riches cultures, cultures d'autant plus riches que la préparation de peptone employée est plus dégradée, présente une teneur plus élevée en acides aminés. C'est ainsi que les plus belles cultures sont obtenues avec la peptone de soie, vient ensuite la peptone Chapoteaut, puis la peptone de Witte.

La considération de ces premiers résultats amène à conclure qu'il y a deux formes d'azote organique nécessaires pour le développement abondant du bacille : l'une apportée par les préparations de peptones et constituée par les acides aminés que ces préparations contiennent toujours, l'autre apportée par le bouillon et qui consiste en substances extractives de la chair musculaire. Nos recherches ont été conduites afin de vérifier cette conclusion.

1° *Acides aminés.* — Lorsqu'on ajoute à du bouillon de bœuf des acides aminés variés, à la concentration de 2 pour 1000, on voit que tous les acides aminés de la série grasse permettent un développement très abondant, les acides aminés aromatiques (tyrosine et phényllalanine) par contre, ne permettant pas la culture du bacille. Parmi les acides aminés de la série grasse étudiée (glycocolle, α alanine, leucine synthétique, valine, acide aspartique et acide glutaminique) le glycocolle et l'acide aspartique se sont montrés très nettement les plus favorables; ce sont ces deux corps dont nous nous sommes servis dans toutes nos recherches ultérieures sur le bouillon pour remplacer les peptones.

2° *Substances extractives.* — On peut répartir d'après les recherches de Kutscher, Gulewitsch, Otto von Furth, etc., les substances qu'on trouve dans le bouillon de bœuf en différentes catégories : 1° les *corps puriques* : xanthine, hypoxanthine, guanine, adénine, allantoïne; 2° les *acides diaminés*, leurs composés ou leurs dérivés (*aporegma*); 3° un groupe de substances non classées encore et contenant la créatine, la carnine, la carnosine, la sarcosine, la guanidine, la méthylguanidine, etc., 4° des substances non azotées telles que le glucose et l'inosite.

Des recherches systématiques faites sur ces différents corps nous ont montré :

1° Que les bases puriques ne paraissent avoir aucune importance pour le développement du bacille;

2° Que les acides diaminés (arginine, histidine) exercent un effet favorable extrêment marqué sur les cultures [1].

3° Que les substances extractives vraies sont de grande importance pour le développement des bacilles tuberculeux et parmi elles plus particulièrement la créatine, la carnosine et la sarcosine ; la créatine intervenant surtout en rendant la culture plus riche et la carnosine en hâtant le développement ;

---

[1] Des recherches préalables faites sur des solutions de protamine (scombrine et clupéine) nous ayant donné des résultats remarquablement bons, nous avaient indiqué l'importance des acides diaminés.

4° Que l'inosite et surtout le glucose paraissent avoir dans les cultures une influence nettement favorable.

Nous avons pu ainsi constituer, à la suite de ces recherches dont le détail sera publié prochainement, un certain nombre de bouillons permettant soit avec le bacille humain (test. de l'Institut Pasteur), soit avec le bacille bovin d'obtenir des cultures se développant très rapidement, le plus souvent complètes en moins de trois semaines, et très abondantes.

Nous donnons ci-dessous à titre d'exemple la composition d'un de ces bouillon (104e de nos essais), qui nous a toujours donné de bons résultats : à savoir le développement rapide et abondant d'un bacille ayant conservé tous ses caractères morphologiques, virulent, produisant de la tuberculine et se reproduisant en série sur ce même bouillon :

Eau	250g	Créatine	0g,10
Chlorure de sodium	1,25	Sarcosine	0,10
Citrate de magnésie	0,60	Glucose	0,50
Phosphate monopotassique	1,25	Inosite	0,10
Glycocolle	0,50	Glycérine	10
Acide aspartique	0,50	NaOH $\frac{N}{100}$	1cm³
Nitrate de carnosine	0,10		

Conclusion. — *Le bacille tuberculeux peut parfaitement se développer, rapidement et abondamment, en conservant tous ses caractères morphologiques et biologiques, sur des bouillons composés de substances chimiquement définies contenant à la fois de l'azote à l'état d'acide aminé et sous forme de substances extractives* (¹).

MÉDECINE. — *De la mesure de l'élasticité artérielle en clinique.* Note de M. A. **Moutier**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans des Communications antérieures (²), j'ai montré : *a*, que, « dans les cas pathologiques usuellement traités sauf, bien entendu, des espèces exceptionnelles », on ne pouvait avoir avec les instruments, habituellement

(¹) La question de la culture en milieu chimique défini est plus intéressante encore dans le cas des microbes qui poussent sur bouillon seul. Dans des recherches actuellement en cours et portant sur un grand nombre de microorganismes, nous essayons d'étendre les résultats obtenus pour le bacille tuberculeux.

(²) *Comptes rendus*, t. **150**, 1910, p. 1138, et t. **153**, 1911, p. 1040.

employés en clinique, aucune indication sur la valeur de la pression intravasculaire et que ces instruments ne nous renseignaient que sur l'état de l'élasticité vivante des artères; *b*, qu'une excitation mécanique, qu'un simple frottement, exercé sur la région où se faisait la mensuration, pouvait faire varier les résultats de cette mensuration et que cela s'observait surtout chez les *hypotendus* et chez les *hypertendus-détendus*.

Il en résulte que les instruments, destinés à la mensuration de l'élasticité artérielle, devront n'exercer aucune action mécanique, même une simple friction, sur la région où se fait la mensuration, à peine de fausser le résultat de la mensuration.

Nous allons examiner, à l'abri de cette observation : 1° si les appareils, employés jusqu'ici en clinique, peuvent tous nous renseigner également sur l'état de l'élasticité vivante des artères; 2° dans le cas de la négative, lequel de ces appareils nous donnera des indications meilleures que les autres?

Ces instruments peuvent être divisés en deux groupes : ceux à compression circulaire et ceux à compression localisée.

Les premiers, les appareils à compression circulaire, sont, depuis quelques années, de plus en plus répandus à l'étranger, d'où ils ont gagné la France. Leur faveur tient à ce qu'ils semblaient mettre le médecin à l'abri des erreurs personnelles d'observation et donner des mesures précises, uniquement fonction de l'état du patient. Cette espérance est-elle justifiée par les faits? Non. Si l'on se reporte, en effet, aux études comparatives faites par divers observateurs, sur un même sujet, avec divers appareils à compression circulaire, on voit que les résultats obtenus sont loin d'être toujours *comparables* les uns avec les autres. Il en est de même, si l'on fait des recherches comparatives avec l'un de ces instruments et un appareil à compression localisée. Nous ajouterons encore qu'avec un même appareil à compression circulaire, on aura des résultats différents, suivant qu'on pratiquera la mensuration à l'aide d'une compression croissante ou d'une compression décroissante.

La cause de ces défectuosités, si contraires à ce que promettaient ces appareils, n'est pas difficile à trouver. Elle réside dans ce fait que ces instruments sont loin de remplir la condition que nous posions au début, à savoir : n'exercer aucune action mécanique, même une simple friction, sur la région où se fait la mensuration. La compression circulaire est, en effet, toujours exercée par un large brassard, qui détermine un étranglement de toute la région, étranglement brutal, pénible et même intolérable pour certains malades; étranglement, qui détermine des effets mécaniques, qu'on doit éviter si l'on veut obtenir une mesure précise de l'élasticité artérielle.

Pour cette raison, on doit donc rejeter les appareils à compression circulaire et avoir recours aux appareils à compression localisée.

Les appareils à compression localisée sont : le sphygmomanomètre de Potain et le sphygmomètre de Bloch.

Si l'appareil de Potain était généralement, jusqu'à ces dernières années, reconnu comme meilleur que tous les autres, et s'il était le plus employé, il n'en était pas de même de celui de Bloch, qui comptait plus de détracteurs que de partisans; l'expérience montre cependant qu'un même observateur, placé dans les mêmes conditions, trouve toujours, avec le sphygmomètre de Bloch, le même chiffre ou un chiffre sensiblement égal; M. Doumer a montré ([1]) « que l'erreur moyenne d'une lecture ne dépasserait pas le quart de centimètre ». Tandis qu'avec le Potain les résultats corrects, en général, sont sujets, en certains cas, à une grave erreur.

A la suite d'une longue étude et de nombreuses recherches au sujet de l'action hypotensive de la d'Arsonvalisation, nous avons pu, M. Letulle et moi, dans une Note antérieure, ainsi formuler une de nos conclusions ([2]) : « Les chiffres obtenus à l'aide des deux appareils de mesure sont souvent presque identiques et sont toujours comparables. Il y a cependant lieu de faire des réserves pour certains cas chez les *hypertendus-détendus*. »

Les réserves que nous formulions, en 1909, au sujet des *hypertendus-détendus* provenaient de ce qu'un de nous trouvait, dans certains cas chez ces malades, avec le Potain, souvent des chiffres plus élevés que l'autre avec le Bloch. A ce moment, nous ne savions pas combien était grand le rôle de la paroi, et combien un simple frôlement de la région pouvait faire varier les résultats de la mensuration; c'est en 1910 que j'ai montré le rôle de cette excitation. Or rien n'est plus facile, avec le sphygmomanomètre de Potain, que de produire, sans s'en douter, cette légère excitation à l'aide de la poire en caoutchouc. Depuis, de nouvelles observations m'ont montré que c'était bien là la cause de notre désaccord et aussi la raison essentielle des erreurs résultant, en certains cas, de l'emploi du Potain.

Il en résulte : 1° que la mesure de l'élasticité artérielle ne peut pas être effectuée avec les appareils à compression circulaire, et que seuls les appareils à compression localisée pourront nous renseigner; 2° qu'il faudra prendre de grandes précautions, dans certains cas, avec le sphygmomanomètre de Potain, et que le sphygmomètre de Bloch nous renseignera sans nous exposer à certaines causes d'erreur. Le sphygmomètre de Bloch constitue donc un véritable *artério-élastomètre;* ce n'est pas un instrument

---

([1]) *Courant à haute fréquence et tension artérielle* : Rapport de M. Doumer, p. 77 (*Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*, Lyon, 1906).

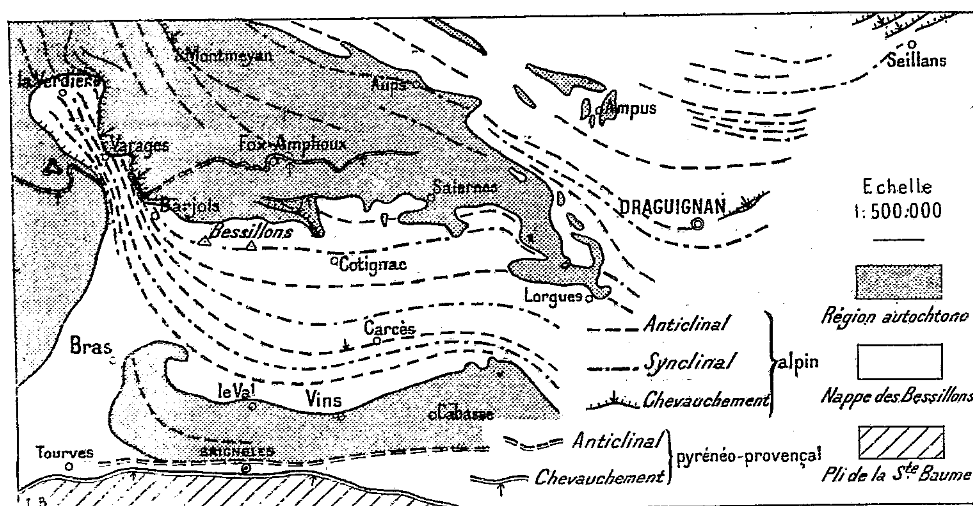
([2]) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 375.

parfait, loin de là, mais c'est le moins mauvais de tous les appareils existant actuellement.

GÉOLOGIE. — *Sur la répercussion des plissements alpins sur la nappe provençale des Bessillons et sur son substratum*. Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, séance du 15 janvier 1912, p. 147), M. Haug et moi avons indiqué sommairement les raisons qui nous ont fait admettre l'existence d'une grande nappe de charriage, très déchirée par l'érosion, dans le Nord du département du Var (*nappe des Bessillons*) et qui nous font reporter jusqu'aux environs de Brignoles, au Sud, l'emplacement de sa racine, sensiblement dirigée de l'Ouest à l'Est. Je crois devoir ajouter ici, bien que mes observations sur ce sujet soient encore incomplètes, quelques données sur la répercussion des plissements alpins sur la nappe en question et sur son substratum.

La petite carte ci-dessous montre, d'après mes observations complétées



par les contours de M. Zurcher, l'allure approximative des plis qui accidentent la nappe des Bessillons et la région autochtone, dans le Nord et l'Ouest de la feuille de Draguignan. Comme dans la carte géologique structurale qui accompagne la Note précédente, j'y ai encore fait abstraction des dépôts aquitaniens, indifféremment discordants sur les couches de

la nappe et de son substratum et, en particulier, sur le bord occidental de la bande triasique de Barjols, ce qui est d'accord avec la situation de la racine au Sud et démontre bien que *la formation de cette nappe est anté-aquitanienne, c'est-à-dire pyrénéo-provençale* (ou simplement *provençale*, pour abréger).

D'autre part, il est à noter que, aussi bien dans la nappe (environs de Barjols, Varages, la Verdière) que dans son substratum (Château de Fabrègue, entre Aups et Fox-Amphoux), cet Aquitanien a été affecté par quelques-uns des plis qui accidentent les couches secondaires, en sorte qu'il est certain *qu'une partie au moins de ces plis sont d'âge post-aquitanien*. Leur allure générale étant manifestement liée à celle des plis alpins de la région de Castellane, on doit admette que *ces plis sont alpins*, tout en ayant pu localement épouser le tracé d'anciens accidents provençaux concomitants de la formation de la nappe des Bessillons.

La trace de ces accidents provençaux peut d'ailleurs se reconnaître en divers points de la feuille de Draguignan ; ils y ont toujours une direction voisine de W-E et leur sens de chevauchement ou de déversement vers le Nord. Au Nord de Seillans, une charnière anticlinale tournée au Nord se montre au milieu d'accidents alpins très bien caractérisés et poussés en sens inverse, qui passent même, au voisinage, à de vrais chevauchements imbriqués vers le Sud. M. Zurcher a autrefois figuré les plis de son *faisceau de Salernes*, appartenant en partie à la nappe et en partie à son substratum, comme poussés au Nord et avec une direction à peu près W-E qui en ferait des accidents provençaux. Pourtant, comme les plis de cette région qui accidentent les terrains de la nappe des Bessillons font évidemment partie du même ensemble que ceux des environs de Barjols, de direction et d'âge nettement alpins, et que ceux des environs de Carcès qui, bien qu'avec une direction W-E, m'ont montré une dissymétrie marquée avec poussée au Sud, je n'ai pas cru devoir, sur le schéma ci-joint, en l'absence d'observations personnelles précises, figurer d'accidents provençaux dans cette portion de la nappe, sans méconnaître toutefois la possibilité de leur existence.

Mais ces accidents provençaux me semblent indiscutables dans le substratum autochtone, largement à découvert dans la région entre Aups, Salernes et Barjols. C'est ainsi que je crois, du moins, devoir interpréter le chevauchement de Fox-Amphoux, dirigé vers le Nord et qui se poursuit, à l'Est, par le château de Bresque, jusqu'au delà de la Bastide Giraud. D'après les contours de M. Zurcher, il semble bien qu'il se poursuive vers

l'Ouest (peut-être partiellement à l'état d'anticlinal non rompu) jusqu'à un important accident alpin qui, au Nord de Barjols, sur le bord oriental de la bande triasique appartenant à la nappe des Bessillons, a inversé localement les relations de cette nappe et de son substratum; ce chevauchement alpin a ainsi amené les couches garumniennes autochtones à reposer sur le Trias de la nappe, et le Garumnien lui-même a été recouvert par le Jurassique sur lequel il reposait normalement. De l'autre côté de la bande triasique de Barjols, il semble bien que la prolongation directe du chevauchement de Fox-Amphoux se retrouve dans le chevauchement analogue qui limite au Sud la bande garumnienne qui se dirige à l'Ouest vers Rians et qui porte un important lambeau de Jurassique venu du Sud.

Il semble aussi qu'un accident plus méridional que le précédent chevauchement et de même nature que lui se rencontre entre Barjols et Sillans, dans le substratum de la nappe des Bessillons, au pied de la falaise jurassique très sinueuse que l'érosion a découpée dans cette nappe ; cet accident provençal semble là coexister avec un accident alpin qui serait peut-être la prolongation de celui de Barjols.

La carte ci-jointe montre bien que l'allure des accidents que j'ai considérés comme alpins, tant pour la nappe que pour la région autochtone, en y joignant celle des fenêtres ouvertes au travers de la nappe, est exactement la disposition *en festons* qui se montre si nette pour les chaînons subalpins les plus méridionaux de la feuille de Castellane; ces accidents, partant d'une direction presque exactement normale à celle des dislocations provençales, ont pu se raccorder graduellement avec ces dernières et épouser leur direction, en laissant parfois subsister la trace du sens de déversement initial de ces accidents antérieurs, au milieu du sens général inverse des chevauchements ou des simples déversements dus à la seconde phase orogénique. Il importe d'ailleurs de remarquer que la nappe des Bessillons et son substratum, soumis simultanément aux nouveaux efforts orogéniques, se sont modelés sous leur action comme l'aurait fait une région formée d'une simple série stratigraphique normale et à peine plissée antérieurement. Il me paraît vraisemblable qu'une région qui, lors de la première phase orogénique, se serait modérément plissée, c'est-à-dire aurait donné naissance à des plis bien accusés mais non à de vraies nappes, se serait montrée plus réfractaire au libre établissement d'un nouveau système de plis dirigés d'une façon indépendante des précédents, et qu'elle se serait autrement disloquée sous l'action de la seconde phase orogénique. L'étude de la région au nord de la Durance, où les mouvements alpins se sont superposés

à de vrais plis provençaux et non plus à des nappes, serait intéressante à faire à cet égard, comparativement avec celle de la région dont je viens d'esquisser les caractères tectoniques.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de M. H. Deslandres, remplaçant M. Wolf empêché, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *R. Radau* :

En première ligne	M. Puiseux
En deuxième ligne	M. Andoyer
En troisième ligne, par ordre alphabétique	MM. Boquet Renan Simonin
En quatrième ligne	M. Nordmann

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 FÉVRIER 1912.

A. Michel-Lévy, 1844-1911; Notice nécrologique, par M. CH. BARROIS, Membre de l'Institut. (Extr. des *Annales de la Société géologique du Nord;* t. XL, novembre 1911.) Lille, imp. Liégois-Six, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Edoardo Bornet, 1828-1911, per G.-B. DE TONI. (Extr. de *Nuova Notarisia;* série XXIII, janvier 1912.) Padoue, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

International Map, 1 : 1000000; South H-34 : *Kenhardt*. — North K-35 : *Istambul* (*Constantinople*). Londres, War Office, janvier 1911-1912; 2 feuilles in-plano. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Titres et travaux scientifiques du Dr JUST LUCAS-CHAMPIONNIÈRE. Paris, L. Maretheux, 1912; 1 vol. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. CHARLES NORDMANN. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. SIMONIN. S. l., imp. J. Ventre, s. d.; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. P. SALET. Paris, imp. Coiseur, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Assemblée générale des Actionnaires de la Banque de France, du 25 janvier 1912, sous la présidence de M. GEORGES PALLAIN, *Gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et Rapport de MM. les* CENSEURS. Paris, imp. Paul Dupont, 1912; 1 fasc. in-4°.

La photographie et l'étude des phénomènes psychiques, par GUILLAUME DE FONTENAY. Abrégé de trois conférences données par l'auteur à la Société universelle d'Études psychiques, en 1910 et 1911; *Préface* de M. D'ARSONVAL, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Les accouplements anormaux chez les Insectes, par E. OLIVIER. (Extr. du *Ier Congrès international d'Entomologie*, 1910.) Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Lampyrides de Misiones, nommées et décrites par ERNEST OLIVIER. (Extr. de la *Revista del Museo de La Plata;* t. XVII, p. 86-92.) Buenos-Ayres, imp. Coni frères, 1910; 1 fasc. in-4°.

Contribution à l'histoire des Lampyrides, par E. OLIVIER. (Extr. dn *Ier Congrès international d'Entomologie; Bruxelles, août* 1910.) Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-4°.

Nouveauté en métallurgie. *Procédé continu de solidification de l'acier sous un volume illimité; nouvelle méthode de M.* MATHIEU DOUTEUR. Paris, édition de l'Institut du Mois scientifique et industriel, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Industries du lactose et de la caséine végétale du Soja, par FRANCIS-J.-G. BELTZER. Paris, Bernard Tignol, s. d.; 1 vol. in-8°.

Office international d'hygiène publique. Bulletin mensuel; t. IV, fasc. 1, janvier 1912. Paris; 1 fasc. in-8°.

L'Enfance anormale: Revue mensuelle des questions de médecine, de pédagogie et d'assistance relatives aux enfants anormaux, publiée par ARMANTAIRE COURJON et LOUIS GRANDVILLIERS; nouvelle série, n° 1, janvier 1912. Paris, A. Maloine, F. Nathan; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 5e série, 46e année, année 1910. Rouen, imp. Lecerf fils, 1911; 1 vol. in-8°.

Societa Reale di Napoli. Memorie della Reale Accademia di Archeologia, Lettere e Belle-Arti; t. I, 1911. Naples, 1911; 1 vol. in-4°.

Transactions of the American mathematical Society; t. XIII, n° 1, january 1912, Lancaster, Pa. et New-York, 1912; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 FÉVRIER 1912.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1910. Paris, imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1911; 1 fasc. in-8°.

Carte de la Terre au 1000000e : *Europe.* Nord M. 31. *Paris :* dressé, gravé et publié par le Service géographique de l'Armée, septembre 1911; 1 feuille in-plano. (Présenté par M. Lallemand.)

Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique (comprenant la plupart des plantes d'Europe), par GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; t. I, fasc. 1-6. Paris, E. Orlhac; Neuchatel (Suisse), Delachaux et Niestlé; Bruxelles, J. Lebègue et Cie, s. d.; 6 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Titres et travaux scientifiques du Dr A. LE DENTU. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1912; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire de Bordeaux, publiées par M. L. PICART, Directeur de l'Observatoire; t. XIV, Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Feret fils, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Specola astronomica vaticana. I : *La rotation de la Terre, ses preuves mécaniques anciennes et nouvelles*, par J.-G. HAGEN; rédigé en français, par P. DE VREGILLE. *Appendice : Les preuves de M. Kamerling Onnes*, par J. STEIN. — II : *Calixte III et la comète de Halley*, par J. STEIN. Rome, 1909-1911; 3 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Memoria sobre el eclipse anular y total de Sol del dia 17 *abril de* 1912, publicada por el Observatorio astronómico de Madrid. Madrid, 1912; 1 fasc. in-4°.

La Métallurgie du fer, par PAUL DOUMER. Paris, Vuibert, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval).

Défendez votre estomac contre les fraudes alimentaires, par FRANCIS MARRE. Paris, H. Malet, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier.)

Leçons sur la théorie des déterminants à n dimensions, avec applications à l'Algèbre, à la Géométrie, etc., par MAURICE LECAT. Gand, Ad. Hoste, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Abrégé de la théorie des déterminants à n dimensions, avec de nombreux exercices, par MAURICE LECAT. Gand, Ad. Hoste, 1911; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 5 février 1912.)

Note de M. *E. Besson*, Sur la condensation de la vapeur d'eau par détente dans une atmosphère de gaz carbonique :

Page 343, lignes 5 à 8 en remontant, *il faut lire :* La première pluie appréciable se produit pour $d = 1,30$. Comme cela a déjà lieu dans le cas de l'air, sous l'action des rayons de Röntgen, la condensation apparaît un peu plus tôt que sans ionisation préalable.

N° 8.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 19 Février 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

COMMISSIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 8.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 9 (26 Février 1912).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination de la flexion astronomique des cercles méridiens.* Note de M. **Maurice Hamy**.

La flexion astronomique d'un instrument méridien, en distance polaire, est représentée géométriquement par les petites variations de l'angle compris entre un rayon déterminé du cercle divisé et la projection de l'axe optique sur le plan de ce cercle. Pour achever de la définir, on lui attribue la valeur zéro, lorsque la lunette est orientée dans une direction fixe, d'ailleurs arbitraire, celle du zénith en général.

La flexion résulte des petits déplacements de l'objectif, dans son barillet, et d'un effet différentiel des déformations des deux moitiés du tube de la lunette portant l'une l'objectif, l'autre le micromètre. Ces déformations sont elles-mêmes provoquées par deux agents physiques distincts : la pesanteur, d'une part, et la température qui entre en jeu surtout parce que sa répartition, dans la matière du tube, cesse d'être uniforme au moment des observations, sous l'influence du rayonnement du ciel et des sources de chaleur voisines de l'instrument, causes perturbatrices qui agissent dissymétriquement sur la paroi supérieure et la paroi inférieure de la lunette. Les erreurs essentiellement variables qui prennent ainsi naissance sont loin d'être toujours négligeables ; elles peuvent même atteindre des valeurs fort importantes (1).

---

(1) Hamy, *Bulletin astronomique*, 1896, p. 178.

L'étude de la flexion a donné lieu à de nombreux travaux ([1]). Elle demeure encore néanmoins une source d'erreurs sur l'élimination desquelles il règne de l'incertitude, dans les recherches de haute précision, parce que les conditions dans lesquelles on se place, pour l'évaluer, ne correspondent pas nécessairement à celles des observations astronomiques, notamment sous le rapport de la température.

On la détermine, le plus souvent, en faisant usage de deux collimateurs horizontaux disposés de part et d'autre de l'axe de rotation de la lunette et réglés de manière à avoir leurs axes optiques parallèles. De la comparaison des pointés exécutés sur les repères, placés aux foyers des deux appareils, on déduit la flexion horizontale. Le calcul fournit ensuite la flexion correspondant à une direction quelconque, étant admis qu'elle varie, de part et d'autre de la verticale, proportionnellement au sinus de la distance zénithale ([2]).

Une autre méthode, imaginée par Marth et perfectionnée par Lœwy, donne le moyen de mesurer directement la flexion, dans toutes les directions, sans faire aucune hypothèse sur la loi de ses variations, en fonction de la distance zénithale. Elle présente donc, sur la première, une évidente supériorité. Malheureusement son emploi nécessite l'intervention d'un appareil auxiliaire, destiné à fournir à la fois l'image d'un repère tracé sur l'objectif et l'image réfléchie du réticule, dans le plan du micromètre, appareil qui ne peut servir au cours même des observations, parce qu'il empêche la lumière qui a traversé l'objectif de se propager librement à l'intérieur de la lunette.

Or, pour ramener la mesure de la distance polaire d'un astre à ce qu'elle serait si l'instrument restait parfaitement rigide, pour tenir compte particulièrement des effets perturbateurs dus à la température, il faudrait pouvoir déterminer la flexion à l'instant précis où viennent d'être exécutés les pointés sur l'astre dont on veut obtenir les coordonnées exactes, sans modifier l'orientation de la lunette.

Ce désidératum est, comme on va le voir, parfaitement réalisable, en faisant usage d'un dispositif que je me propose de décrire dans les lignes qui suivent.

([1]) Voir à ce sujet : Boquet, *Les observations méridiennes*, t. II, p. 201; O. Doin et fils, éditeurs à Paris.

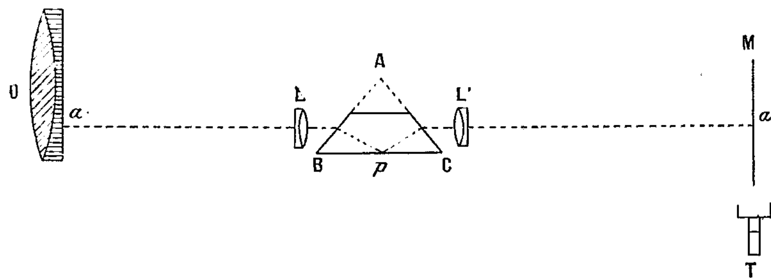
([2]) D'après les mesures de M. Boquet, faites au grand cercle méridien, à l'Observatoire de Paris, la flexion horizontale varie avec la température ambiante.

L'appareil dont je veux parler repose sur la propriété suivante des prismes isoscèles, des prismes à réflexion totale rectangle, en particulier.

Appelons AB, AC les deux faces du prisme également inclinées sur la troisième face BC, supposée en état de réfléchir la lumière, soit par réflexion totale, soit qu'elle ait été argentée.

Considérons un rayon lumineux tombant sur la face AB, sous une incidence telle qu'il vienne, après réfraction, se réfléchir sur la face BC. Ce rayon sort, du verre dans l'air, à travers la face AC, dévié en général de sa route primitive. Mais ses deux directions, avant et après son passage dans le prisme, sont également inclinées sur la face réfléchissante BC. En d'autres termes ces directions, non les trajets eux-mêmes, jouent le rôle, l'une de direction incidente, l'autre de direction réfléchie, par rapport au plan BC.

Cette propriété rappelée, figurons en coupe, sur le méridien, l'objectif *o* de l'instrument, le plan du micromètre M et le tambour de la tête de vis T, qui sert à déplacer le fil mobile de déclinaison. Dans la région centrale de la lunette, mais suffisamment au-dessous de son axe, pour ne pas gêner les observations, disposons un prisme à réflexion totale rectangle *p*, la face hypoténuse étant placée sensiblement dans le sens de l'axe optique.



Encadrons ce prisme de deux petits objectifs identiques L, L', ayant leurs foyers respectivement sur la face arrière de l'objectif *o* et sur le plan du micromètre M. Ce système optique, supposé invariablement lié au cercle de l'instrument, fournit, dans le plan M, une image *a'* d'un repère *a* marqué sur la face postérieure de l'objectif *o*.

Lorsque la lunette est orientée dans la direction origine de flexion nulle, le point *a'* occupe une position particulière a'_0, dans le plan du micromètre. Désignons alors par δ_0 la distance du point *a* au plan P mené, parallèlement à la face BC, par le centre optique de l'objectif L, et par δ'_0 la distance du point a'_0 au plan P mené, parallèlement à BC, par le centre optique de l'objectif L'.

Appelons δ la distance du point a au plan P, lorsque la lunette est orientée dans une direction quelconque et δ' la distance correspondante du point a' au plan P'.

Il convient de remarquer que δ_0 et δ'_0, d'une part, δ et δ', d'autre part, sont des longueurs égales, en vertu de la propriété du prisme, rappelée ci-dessus.

La droite joignant les points a et a'_0 est invariablement liée à l'axe optique de l'instrument. Les variations d'inclinaison de cette droite, sur le plan P, lorsque l'on fait tourner la lunette, représentent par suite la flexion, puisque le plan BC est lui-même invariablement lié au cercle divisé.

L'inclinaison de la droite aa'_0, sur le plan P, lorsque la lunette est orientée dans la direction origine de flexion nulle, a pour expression, en la confondant avec sa tangente,

$$\frac{\delta_0 + \alpha - \delta'_0}{aa'_0} = \frac{\alpha}{F},$$

en désignant par F la longueur focale de la lunette et par α la petite distance qui peut séparer les plans P et P'.

Lorsque la lunette a une direction quelconque, l'inclinaison de la même droite aa'_0, sur le plan P, a pour expression

$$\frac{\delta + \alpha - \delta''_0}{F} = \frac{\delta' + \alpha - \delta''_0}{F},$$

δ''_0 désignant la nouvelle distance du point a'_0 au plan P'.

La variation d'inclinaison de la droite aa'_0, sur le plan P, quand on passe de la direction origine à la seconde, c'est-à-dire la flexion, a donc pour valeur

$$\frac{\delta' + \alpha - \delta''_0}{F} - \frac{\alpha}{F} = \frac{\delta' - \delta''_0}{F},$$

quantité qui est regardée ici comme positive lorsque la flexion a pour effet de rapprocher l'axe optique du pôle, dans le cas des culminations supérieures des astres.

Or $\delta' - \delta''_0$ est le déplacement de l'image a', dans le plan du micromètre, quand on passe de la direction origine de flexion nulle à la seconde. C'est une quantité directement mesurable avec le fil mobile de déclinaison.

Appelons l_0 la lecture faite, au tambour du micromètre, sur l'image du point a, dans la première direction de la lunette, l la lecture correspondant

à la seconde direction, K la valeur, en secondes d'arc, du tour de vis de l'instrument. Le produit $f = K(l - l_0)$ exprime le rapport $\frac{\delta' - \delta''_0}{F}$ en secondes d'arc, en grandeur et en signe, si la tête de vis du micromètre est tournée vers le sol, lorsque la lunette est dirigée au sud du zénith. La quantité f est d'ailleurs à retrancher des lectures de distances polaires faites au cercle divisé de l'instrument, pour ramener les observations à ce qu'elles seraient si la lunette restait rigide.

En résumé, les opérations à faire pour se débarrasser des perturbations causées par la flexion, en employant la méthode dont nous venons d'indiquer le principe, consistent à pointer, avec le fil mobile, l'image fournie par le système optique décrit ci-dessus, immédiatement après chaque observation, avant de décaler la lunette. On retranche des lectures de distances polaires faites au cercle divisé, les produits $K(l - l_0)$ définis tout à l'heure. Il est, du reste, tout indiqué de choisir, comme direction de flexion nulle, celle du nadir ([1]).

Dans ce qui précède, on a supposé les faces AB, AC du prisme p inclinées, rigoureusement du même angle, sur la face réfléchissante BC. En réalité, cette égalité mathématique des dièdres B et C n'est pas nécessaire. Le résultat obtenu subsiste largement, du moment que la différence B − C est de l'ordre de la minute d'arc, condition que l'art de l'opticien réalise sans difficulté.

Il reste à indiquer les dimensions à donner, dans la pratique, aux pièces du système optique et à examiner comment on doit les monter, pour en assurer la stabilité.

L'épaisseur du faisceau lumineux traversant un prisme à réflexion totale rectangle, parallèlement à l'hypoténuse, est sensiblement le quart de la longueur de cette face. En taillant dans un parallélépipède de crown de 100^{mm} de longueur et de 25^{mm} de côté : 1° une grande face plane sur l'un des flancs; 2° deux petites faces rectangulaires entre elles et inclinées à 45° sur la première, on obtient, par suite, un corps transparent laissant passer un faisceau de 25^{mm} de côté, dans le sens de sa longueur. Si l'on donne ces dimensions au bloc de verre p, l'image a' du repère a, supposé de dimen-

---

([1]) L'état de la lunette peut subir des modifications pendant l'espace de temps qui sépare deux observations du nadir. En appelant l'_0 la lecture faite au tambour du micromètre, quand on pointe l'image du point a, lors de la seconde observation de distance polaire du nadir, il convient d'appliquer la correction $-K(l'_0 - l_0)$ à cette observation, pour la rendre comparable à la première.

sions évanouissantes, se voit, du centre optique de L′, sous un angle de 5″; mais, pour l'observateur qui la regarde à travers l'oculaire de la lunette, elle paraît de diamètre inférieur à 2″,5, à cause de la différence des longueurs focales des objectifs *o* et L′. Une pareille image se prête à des pointés extrêmement précis. Il n'y a donc pas lieu d'adopter des dimensions supérieures à celles qui viennent d'être indiquées pour la pièce *p*, au détriment de sa légèreté qu'il ne faut pas sacrifier inutilement. Le poids des objectifs L, L′ n'atteint d'ailleurs, dans ces conditions, que quelques grammes.

Le meilleur moyen de relier invariablement le système optique L, *p*, L′ au cercle divisé de l'instrument serait de le fixer à l'extrémité d'un manchon métallique, convenablement évidé pour laisser passer la lumière, rapporté à l'intérieur du petit bras de la lunette sur lequel est chaussé ce cercle.

Il serait, d'ailleurs, indiqué de raccorder ce manchon suivant la section circulaire intérieure du petit bras, déterminée par le plan du cercle divisé. En procédant de la sorte, non seulement le dispositif, décrit ci-dessus, permettrait d'éliminer la flexion due aux causes dont nous avons parlé en commençant, mais de plus, on se débarrasserait de l'effet de la torsion du bras, sur lequel est calé le cercle divisé, qui peut prendre naissance sous l'action du couple provenant de l'antagonisme du frottement des tourillons sur leurs coussinets et de l'effort exercé, par l'intermédiaire de la pince de serrage, lorsque l'observateur veut donner de légers déplacements à la lunette.

Il convient d'ajouter qu'il y aurait intérêt à fixer, sur le manchon, non pas un mais deux systèmes optiques identiques, symétriquement par rapport à l'axe de figure de la lunette. On aurait ainsi deux valeurs de la flexion fournies l'une par l'image située en haut, l'autre par l'image située en bas du champ. Au surplus, on pourrait ramener ces deux images au centre, en inclinant convenablement la face réfléchissante BC du prisme *p* sur l'axe optique de l'instrument (1).

Le cube central des instruments méridiens est souvent encombré par les pièces de l'appareil d'éclairage du champ. Aussi l'installation du manchon paraît-elle devoir nécessiter une modification assez profonde des organes

---

(1) L'inclinaison à donner à la face BC du prisme serait de l'ordre du degré. Bien que l'expression de la flexion, à laquelle nous sommes arrivés, suppose le plan BC perpendiculaire à celui du micromètre, elle aurait encore une exactitude suffisante pour les besoins de la pratique.

destinés à amener la lumière sur les fils du micromètre, voire même la substitution de nouveaux cubes à ceux dont sont actuellement pourvues les lunettes. Mais la considération d'économie doit disparaître devant la nécessité de se débarrasser à coup sûr des erreurs de flexion, notamment dans les recherches relatives à la position des étoiles fondamentales.

Peut-être serait-il plus simple, au point de vue pratique, de fixer les pièces du dispositif sur une monture s'adaptant aux pourtours des deux ouvertures circulaires percées dans les faces libres du cube central. C'est, comme on sait, le parti auquel s'est arrêté Lœwy, pour installer son appareil sur les cercles méridiens. Mais, en opérant de la sorte, il est à craindre que les efforts considérables et très variables, avec la direction de la lunette, exercés par les bras de l'instrument sur le cube, efforts qui altèrent plus ou moins sa forme, ne soient susceptibles d'avoir une fâcheuse répercussion sur la stabilité du système optique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de la diphényl-1.5-tétraméthyl-2.2.4.4-pentanone-3, et de la phényl-1-tétraméthyl-2.2.4.4-pentanone-3, dérivées de la dibenzylacétone (diphényl-1.5-pentanone-3) et de la phényl-1-pentanone-3.* Note de M. A. **Haller**.

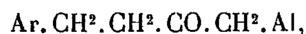
Toutes les alcoylations auxquelles nous avons procédé jusqu'à présent avec M. Édouard Bauer ont porté, soit sur des arylalcoylcétones dans lesquelles le radical aryl est directement uni au groupement cétonique, soit sur des cétones exclusivement aliphatiques.

Il était intéressant de s'assurer si des cétones de la forme



$$Ar.CH^2.CH^2.CO.CH^2.CH^2.Ar$$

ou de la forme

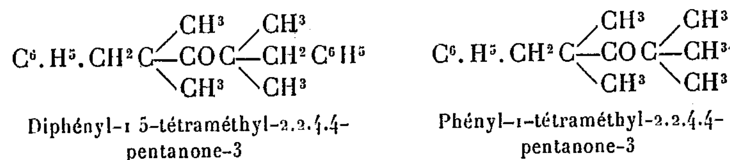


$$Ar.CH^2.CH^2.CO.CH^2.Al,$$

où Ar et Al sont respectivement des radicaux aromatique et aliphatique, se laissent alcoyler de la même façon que les cétones employées dans nos premières recherches.

Nous avons donc soumis la diphényl-1.5-pentanone-3 (dibenzylacétone sym.) et la phényl-1-pentanone-3 à l'action successive de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle, dans le but d'obtenir, après alcoylation

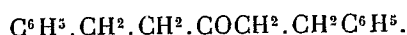
totale, les deux cétones tétraméthylées suivantes :



Diphényl-1.5-tétraméthyl-2.2.4.4-pentanone-3 — Phényl-1-tétraméthyl-2.2.4.4-pentanone-3

L'expérience a montré que l'alcoylation méthodique et successive des cétones mises en expérience aboutit réellement aux cétones tétraméthylées que nous avions en vue.

Méthylation de la dibenzylacétone symétrique



— La cétone employée a été obtenue en réduisant une solution de 25g de dibenzylidèneacétone, dans 250g d'alcool à 95°, par 1500g d'amalgame de sodium, à 2,50 pour 100, ajoutés par petites portions. On a soin de maintenir constamment la solution acide, par l'addition d'acide acétique, et de remuer la masse pendant toute la durée de la réduction.

La cétone retirée de la solution est un liquide incolore, huileux, distillant à 205°-208° sous 13mm, et ressemblant, par ses propriétés, au produit préparé par Dünschmann et Pechmann (1) : 1° par hydrolyse du dibenzylacétonedicarbonate d'éthyle; 2° par calcination de l'hydrocinnamate de calcium, et identique aussi à la cétone obtenue par Harries (2) dans la réduction de la benzylidènebenzylacétone. Notre cétone fournit, en effet, une oxime en fines aiguilles fondant à 91°, au lieu de 92° qu'accusent les savants allemands.

Une solution de 15g de cette dibenzylacétone symétrique dans l'éther anhydre a été additionnée de 3g d'amidure de sodium pulvérisé, et, après dissolution, le liquide a été traité par 10g d'iodure de méthyle. On chauffe au bain-marie jusqu'à réaction complète, et l'on isole le corps formé. On le redissout dans l'éther anhydre et on l'additionne d'une nouvelle quantité d'amidure et d'iodure.

Quand on juge que la réaction est achevée, on extrait de nouveau le produit et on le soumet à un troisième traitement analogue. Celui-ci terminé, on chasse l'éther et on le remplace par de la benzine, la quatrième

(1) Dunschmann et Pechmann, *Ann. der Chemie*, t. CCLXI, 1891, p. 186.
(2) Harries, *Ann. der Chemie*, t. CCCXXX, p. 234.

méthylation ne s'effectuant qu'au sein de ce carbure. Quand on isole le produit formé, on constate qu'il n'est pas pur et qu'il renferme encore de la triméthyldibenzylacétone. Pour effectuer la méthylation totale, on le soumet une dernière fois, au sein du benzène, à l'action successive de $1^g,5$ d'amidure et de 5^g d'iodure de méthyle, et l'on sépare finalement la cétone cherchée.

La tétraméthyldibenzylacétone ou diphényl-1.5-tétraméthyl-2.2.4.4-pentanone-3 se présente sous la forme d'un liquide huileux bouillant de 203° à 208° sous 10^{mm}. Soluble dans la plupart des solvants organiques, cette cétone ne se combine ni à l'hydroxylamine, ni à la semicarbazide, ni à la phénylhydrazine et se comporte, par suite, à l'égard de ces réactifs, comme toutes les hexalcoylacétones déjà préparées.

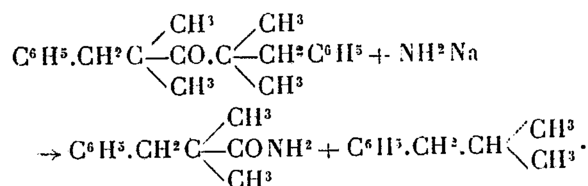
Action de l'amidure de sodium sur la tétraméthyldibenzylacétone symétrique. — 12^g de la cétone tétraméthylée sont échauffés, au sein du xylène, 3 jours durant, avec $1^g,5$ d'amidure de sodium. Le produit de la réaction est ensuite additionné de quelques gouttes d'alcool, puis finalement d'un excès de ce solvant.

On décante le carbure, on le sèche sur du sulfate de soude et on le fractionne dans le vide.

On obtient un résidu solide qui, purifié par cristallisations successives dans de l'éther et un mélange d'éther et d'éther de pétrole, se présente sous la forme de paillettes blanches fondant à 62°, point de fusion de l'amide de l'acide *benzyldiméthylacétique* (¹). Il en a d'ailleurs la composition.

Si l'on soumet le carbure (xylène) à une série de fractionnements méthodiques, on arrive à isoler quelques grammes d'un carbure bouillant à 163°-165° à la pression ordinaire, et dont la composition répond à celle d'un isobutylbenzène.

La rupture de la tétraméthyldibenzylacétone symétrique, sous l'influence de l'amidure de sodium, s'est donc effectuée suivant l'équation



$$C^6H^5.CH^2C(CH^3)^2-CO.C(CH^3)^2-CH^2C^6H^5 + NH^2Na$$
$$\rightarrow C^6H^5.CH^2C(CH^3)^2-CONH^2 + C^6H^5.CH^2.CH\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}.$$

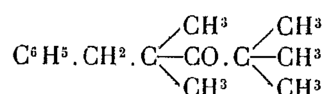
(¹) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 149, p. 5.

Elle est conforme à celle que nous avons observée avec la diméthylbenzylacétophénone qui, dans les mêmes conditions, s'est dédoublée en la même amide et en benzène [1].

Méthylation de la phényl-1-pentanone-3-$C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.CH^2CH^3$. — La phényl-1-pentanone-3 a été préparée par réduction, au moyen de l'amalgame de sodium, d'une solution alcoolique de α-benzylidèneméthyléthylcétone $C^6H^5.CH = CH.CO.CH^2CH^3$ obtenue par condensation de la méthyléthylcétone avec l'aldéhyde benzoïque.

La phényl-1-pentanone-3, préparée déjà par la même méthode par MM. Harries et H. Muller [2], constitue une huile bouillant entre 125° et 130° sous 14^{mm} et ne donnant pas d'oxime cristallisée.

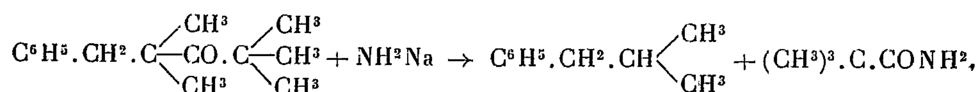
Elle a été soumise, trois fois de suite, au sein de l'éther sec, à l'action successive de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle. La cétone, méthylée dans ces conditions, après avoir été isolée, a été traitée une dernière fois, au sein du benzène, par de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle. Après un traitement approprié et une suite de rectifications, on obtient finalement une huile, distillant de 139° à 144° sous 16^{mm} et dont la composition répond à celle de la *phényl-1-tétraméthyl-2.2.4.4-pentanone-3*



Les produits de dédoublement que cette cétone fournit, quand on chauffe sa solution dans le benzène avec un peu plus que la quantité théorique d'amidure de sodium, prouve surabondamment qu'elle a la constitution que nous lui assignons.

En suivant le mode opératoire déjà décrit à plusieurs reprises, nous avons en effet réussi à isoler, d'une part, de l'isobutylbenzène bouillant entre 163° et 165° et, d'autre part, l'amide de l'acide triméthylacétique fondant à 153°-154°.

La rupture de la molécule s'est donc bien effectuée suivant l'équation



(1) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 149, p. 5.

(2) Harries et H. Muller, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 966.

Ajoutons que pas plus que les diverses hexaalcoylacétones déjà signalées, la phényl-1-tétraméthyl 2.2.4.4-pentanone-3 ne se combine à l'hydroxylamine et à la semicarbazide.

Essai de méthylation de la benzylacétone $C^6.H^5.CH^2.CH^2.COCH^3$. — Préparée par réduction de la monobenzylidèneacétone, cette cétone a été soumise à l'action successive de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle, dans le but d'obtenir la benzyldiméthylpinacoline. Quelles que fussent les conditions dans lesquelles nous avons opéré, nous avons toujours obtenu des produits résineux ne se prêtant à aucune purification. Comme beaucoup de méthylcétones, la benzylacétone se condense sur elle-même quand on la chauffe avec de l'amidure de sodium.

Ces recherches montrent que les diaryl et monoarylcétones appartenant aux types $ArCH^2.CH^2.CO.CH^2.CH^2Ar$ et $ArCH^2.CH^2.CO.CH^2.CH^2Al$ se laissent tétraméthyler au même titre que les dialcoylcétones et que ces cétones nouvelles subissent un dédoublement analogue à celui auquel se prêtent les trialcoylacétophénones et les hexaalcoylcétones. Il est probable qu'il en sera de même des cétones $Ar(CH^2)^n.CO(CH^2)^n.Ar$ et $Ar(CH^2)^n.CO(CH^2)^n.Al$.

M. Couard, notre préparateur, nous a très intelligemment secondé dans ce travail, nous l'en remercions.

PARASITOLOGIE. — *Infection généralisée de la souris par la Leishmania Donovani.* Note de M. A. Laveran.

J'ai fait connaître, dans une Note antérieure publiée en collaboration avec M. Pettit [1], que les rats et les souris pouvaient s'infecter par la *Leishmania Donovani*. En injectant, dans la cavité péritonéale de rats ou de souris, une petite quantité de l'émulsion obtenue en broyant dans de l'eau physiologique des fragments des viscères (foie, rate) et de la moelle osseuse d'un chien infecté de kala-azar (virus tunisien), nous avons obtenu des infections légères, caractérisées par la multiplication des parasites dans l'exsudat péritonéal; l'exsudat péritonéal d'un rat ensemencé, sur milieu de Novy simplifié, 22 jours après l'inoculation, avait donné encore une belle

[1] A. Laveran et A. Pettit, *Soc. de Biologie*, 5 juin 1909.

culture mais, chez les animaux sacrifiés, nous n'avions pas trouvé de *Leishmania* dans la rate, dans le foie, ni dans la moelle osseuse; nous avions dû conclure, par suite, qu'il s'agissait d'infections légères, limitées à la cavité péritonéale et qui ne se généralisaient pas comme cela arrive chez l'homme, chez le singe et chez le chien.

J'ai repris récemment ces recherches; l'expérience suivante démontre qu'on peut obtenir chez la souris, avec la *Leishmania Donovani*, des infections généralisées.

Le 25 janvier 1912, un chien infecté avec la *Leishmania Donovani* (virus tunisien) est sacrifié. Les *Leishmania* sont nombreuses dans la moelle osseuse, rares dans la rate. On broie de la moelle osseuse et des fragments de rate, on ajoute de l'eau physiologique et on injecte à 3 souris, dans la cavité péritonéale, un peu de l'émulsion ainsi obtenue ($0^{cm^3},5$ à chaque souris).

Souris 1. — Des examens de l'exsudat faits les 1er, 8 et 17 février révèlent l'existence de *Leishmania* qui, nombreuses lors du premier examen, sont plus rares lors des examens suivants. L'exsudat ensemencé le 1er février dans deux tubes du milieu de Novy simplifié donne de belles cultures de *Leishmania*. La souris est vivante à la date du 25 février.

Souris 2. — Des examens de l'exsudat péritonéal faits les 3, 10 et 24 février, révèlent l'existence de *Leishmania* qui, nombreuses le 3 février, deviennent plus rares aux examens suivants. L'exsudat ensemencé le 3 février sur milieu de Novy simplifié donne une belle culture. La souris est vivante à la date du 25 février.

Souris 3. — L'examen de l'exsudat péritonéal fait le 5 février révèle l'existence de *Leishmania* nombreuses, beaucoup plus nombreuses que dans l'émulsion qui a été inoculée le 25 janvier. Les parasites sont inclus dans des leucocytes mononucléaires ou dans de grandes cellules endothéliales.

De nouveaux examens de l'exsudat péritonéal faits les 12 et 24 février révèlent encore l'existence des *Leishmania*, mais en moins grand nombre que lors du premier examen.

La souris est sacrifiée le 25 février; on ne trouve plus, dans le péritoine, qu'un exsudat blanchâtre très peu abondant. La rate, fortement hypertrophiée, a cinq à six fois le volume normal. Le foie ne présente pas d'altération macroscopique.

Des frottis sont faits avec la rate, le foie et la moelle osseuse; après dessiccation et fixation par l'alcool-éther, ils sont colorés au moyen de la solution de Giemsa. On trouve, dans tous les frottis de la rate, du foie et de la moelle osseuse, des *Leishmania* en grand nombre qui souvent sont libres, probablement à la suite de la destruction des éléments anatomiques dans lesquels les parasites s'étaient développés.

La rate et le foie de la souris broyés dans de l'eau physiologique servent

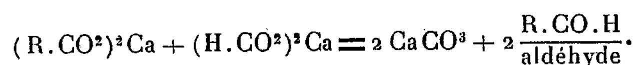
à inoculer des souris et des rats. Il est probable que les infections de souris à souris se feront beaucoup plus facilement que de chien à souris.

Il est intéressant de constater que la *Leishmania Donovani* peut provoquer chez la souris des infections généralisées; il est probable qu'il en est de même pour le rat; il y aura lieu de rechercher si ces petits rongeurs ne peuvent pas contribuer à la propagation de la maladie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation catalytique des aldéhydes à partir des acides.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

La méthode classique pour obtenir les aldéhydes à partir des acides correspondants, consiste à calciner le mélange intime de formiate de calcium et de sel de calcium de l'acide (¹).

Le formiate se transforme en carbonate en réduisant l'acide, selon la formule



$$(R.CO^2)^2Ca + (H.CO^2)^2Ca = 2\,CaCO^3 + 2\,\underset{\text{aldéhyde}}{R.CO.H}.$$

Ce procédé est d'une pratique assez laborieuse et fournit des rendements peu avantageux, parce que, le mélange des deux sels n'étant jamais absolument parfait, une portion de chacun d'eux donne lieu à une décomposition séparée; le formiate de calcium fournissant du méthanal, du méthanol et des produits gazeux de dédoublement; le sel de calcium de l'acide donnant l'acétone symétrique R.CO.R.

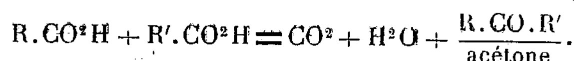
La méthode fort ancienne de préparation des acétones par cette dernière réaction a été heureusement transformée par Squibb (²) et par Ipatief en méthode catalytique, en faisant agir les vapeurs de l'acide sur un oxyde ou un carbonate (de calcium, baryum ou zinc) convenablement chauffé. Grâce à l'emploi comme catalyseur de la *thorine* dont nous avons indiqué les précieuses qualités, Senderens a perfectionné la méthode de Squibb et l'a étendue au mélange de deux acides différents pour obtenir des *acétones mixtes*, comme on les obtenait par la calcination du mélange des sels de calcium des deux acides (Williamson) (³). L'acétone mixte est, sur la tho-

(¹) Limpricht, *Ann. Chem. Pharm.*, t. XCVII, 1856, p. 368, et Piria, *Ann. de Chim. Phys.*, 3ᵉ série, t. 48, 1856, p. 113.

(²) Conroy, *Revue générale des Sciences*, t. XIII, 1902, p. 563.

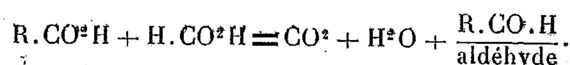
(³) Williamson, *Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXXI, 1850, p. 86.

rine vers 380°-400°, fournie par la réaction



$$R.CO^2H + R'.CO^2H = CO^2 + H^2O + \underset{\text{acétone}}{R.CO.R'}.$$

Les analogies conduisaient à penser que, par l'action d'un catalyseur convenable sur un mélange d'acide formique et d'un acide forménique, on pourrait, comme dans la méthode de Limpricht et Piria, obtenir l'aldéhyde correspondante à ce dernier acide d'après la réaction



$$R.CO^2H + H.CO^2H = CO^2 + H^2O + \underset{\text{aldéhyde}}{R.CO.H}.$$

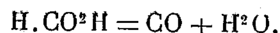
Mais la fragilité bien connue de l'acide formique, que les catalyseurs détruisent très rapidement au-dessous de 300°, paraissait devoir être un obstacle insurmontable au succès de cette réaction.

Dans un travail récent (1), nous avons fait connaître que, si l'on fait agir les vapeurs de divers acides forméniques sur les *éthers formiques*, en présence d'*oxyde titanique* au-dessus de 250°, il y a déplacement de l'acide formique par les acides antagonistes, mais que l'acide formique ainsi éliminé exerce aussitôt sur une portion de ces acides une action réductrice et les ramène à l'état d'aldéhyde.

Nous avons été ainsi conduits à une nouvelle méthode simple et commode pour transformer les *acides forméniques* en *aldéhydes*.

Sur une traînée d'*oxyde titanique*, maintenue entre 250° et 300°, on dirige les vapeurs du mélange de l'acide avec un excès d'acide formique. L'oxyde titanique étant, dans ces limites de températures, incapable de détruire l'acide en acétone, il n'y aura comme réactions possibles que la destruction de l'acide formique et la réduction de l'acide qu'on veut transformer.

Nous avons fait connaître (2) que l'oxyde titanique dédouble exclusivement l'acide formique par déshydratation selon la formule



$$H.CO^2H = CO + H^2O.$$

Il se dégage effectivement un mélange d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique, la proportion de ce dernier gaz pouvant servir en quelque manière de mesure pour l'aldéhyde qui est engendré.

On recueille dans un réfrigérant l'aldéhyde, avec l'eau produite, et les acides non transformés. Si le passage n'est pas trop rapide, l'acide formique disparaît à peu près

(1) Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 175.

(2) Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1212.

complètement. Il est aisé d'isoler l'aldéhyde, qu'on peut purifier en formant sa combinaison bisulfitique.

Nous avons pu ainsi transformer en aldéhyde :

Acides.	Avec un rendement de :
Acétique	50 pour 100
Propionique	40 »
Butyrique	55 »
Isobutyrique	65 »
Isoamylique	75 »
Isobutylacétique	80 »
Octylique	90 »
Nonylique	85 »

L'acide *nonylique* ou *pélargonique* fournit ainsi *l'aldéhyde pélargonique*, bouillant à 190°-192°, identique à celle qui a été isolée par dédoublement de l'ozonide de l'acide oléique (¹) : on recueille en même temps une petite quantité de *pélargone* $(C^8H^{17})^2CO$, cristallisée, fondant à 45°.

Au contraire, la réduction de l'*acide benzoïque*, si facile à atteindre par d'autres voies, n'est pas réalisée avantageusement par l'acide formique. Mais l'*acide phénylacétique*, $C^6H^5.CH^2.CO^2H$, que sa constitution rapproche davantage des acides forméniques, fournit l'*aldéhyde phénylacétique*, avec un rendement voisin de 75 pour 100.

L'*acide crotonique* donne une assez forte proportion de *crotonal*, bouillant à 104°.

La température de 250° est suffisante pour réaliser la réduction; mais celle-ci est plus rapide et fournit des rendements plus élevés quand on opère au voisinage de 300°; c'est à cette dernière température que se rapportent les résultats qui précèdent.

L'*oxyde de thorium* exerce sur l'acide formique seul une action différente de celle de l'*oxyde titanique*. Ainsi que nous l'avons indiqué antérieurement (²), il ne produit la destruction qu'*à température plus haute*, en fournissant un dédoublement de nature compliquée. On peut donc prévoir qu'il sera peu avantageux de le substituer à l'oxyde titanique pour provoquer la réduction des acides par l'acide formique, une autre infériorité de la thorine étant qu'elle produit plus facilement la transformation des acides en acétones symétriques. Toutefois, en opérant entre 270° et 300°, nous avons

(¹) MOLINARI et BAROSI, *Ber. chem. Ges.*, t. XLI, 1908, p. 2794.

(²) PAUL SABATIER et MAILHE, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1212.

pu, sur la thorine, préparer les divers aldéhydes avec des rendements qui vont de 25 à 30 pour 100 et ont atteint 65 pour 100 dans le cas de l'acide isobutylacétique; la formation d'acétones est encore insignifiante dans ces limites de température.

M. A. Laveran fait hommage à l'Académie du Tome IV du *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Radau*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

MM. Pierre Puiseux obtient......	45 suffrages	
H. Andoyer »	7	»

M. P. Puiseux, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

COMMISSIONS.

(Voir p. 627.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Quatre fascicules de la *Collection de Morphologie dynamique*, dirigée par M. Frédéric Houssay. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

2° *Le principe de l'équivalence*, par Émile Schwœrer. (Présenté par M. Lecornu.)

3° *Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui la produisent*, par M. R. Dubois. (Présenté par M. Henneguy.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse totale de Soleil à l'île Vavau (Archipel Tonga), le 28 avril 1911.* Note (¹) de M. **Milan Štefánik**, présentée par M. Henri Poincaré.

La zone de la totalité de cette éclipse, partant d'Australie à $8^h 50^m$ T. m. P. aux environs nord-est de Melbourne se dirigeait vers l'île Norfolk, l'archipel Tonga, les îles Danger, les Samoa américaines, pour se perdre enfin près de la côte du Mexique vers $12^h 17^m$. L'île Vavau du groupe du même nom offrait des avantages appréciables par la proximité de la ligne centrale de l'éclipse et ses communications régulières avec le monde extérieur.

Pour y parvenir en temps opportun, j'ai dû quitter le 24 février Tahiti où je poursuivais depuis presque un an des études astronomiques et passer par l'archipel de Cook, la Nouvelle-Zélande et Tongatabu.

A la date de mon arrivée, le 7 avril, la saison des pluies venait de prendre fin, la chaleur se modérait, ce qui facilita les travaux préparatoires. Mes instruments étaient installés sur une colline peu élevée (50^m environ) et située à quelques centaines de mètres du port Neiafu (Lat. S. 18°39′17″,5; Long. W. 173°58′55″).

Soucieux de ne pas toucher à mon installation astronomique au mont Faiere à Tahiti, je n'ai enlevé de cette station que les pièces optiques de quelques instruments et, grâce au bienveillant concours du commandant et des officiers de la canonnière *Zelée*, j'ai construit l'appareil ci-dessous indiqué. Un tube octogonal en bois portait à une extrémité un objectif photographique Schaer (27^{cm} d'ouverture utile et $2^m,35$ de distance focale) et à l'autre extrémité une chambre photographique. Sur le milieu du tube on ajusta un solide collier en fer présentant deux tourillons et supportés par une fourche faite de deux cornières en fer. La fourche reposait sur deux piliers maçonnés avec du corail pris sur place et du ciment dont j'avais eu la précaution de me munir en Nouvelle-Zélande. Dans un pilier, je scellai un appareil réglable en azimut et en hauteur, sur la face supérieure inclinée de l'autre pilier j'ai scellé une plaque métallique, sur laquelle s'appuyait normalement le tourillon inférieur de la fourche. Auprès de ce tourillon se trouvait calé, perpendiculairement à l'axe de la fourche, une demi-roue de $1^m,50$ de diamètre. Elle était reliée par une lame d'acier avec le mouvement

(¹) Présentée dans la séance du 12 février 1912.

d'horlogerie placé sur un support voisin. Sur l'axe d'une des roues qui dépassait la paroi de la boîte d'horlogerie, on avait emmanché solidement une longue vis sur laquelle se déplaçait un écrou relié à la lame de transmission par un étrier en acier. La rigidité de l'étrier et de la lame empêchait l'écrou de tourner avec la vis et l'obligeait à se déplacer longitudinalement, lorsque la vis tournait. Le fonctionnement de cet appareil improvisé a montré une stabilité et une régularité tout à fait satisfaisantes.

Sur le corps de la lunette j'adaptai un spectrographe à réseau. Un réfracto-réflecteur Schaer de 6 pouces muni d'un prisme objectif Schaer fut installé sur un trépied.

Éclipse. — Le jour de l'éclipse le ciel était d'abord couvert, mais bientôt le vent commençait à balayer les nuages.

D'après les calculs, le premier contact devait avoir lieu à Vavau (t. l.) à $8^h 26^m 47^s$; le deuxième à $9^h 37^m 1^s,7$; le troisième à $9^h 40^m 38^s,5$; le quatrième à $10^h 58^m 48^s$.

Je néglige de décrire les phénomènes intéressants mais habituels qui se produisent pendant que l'éclipse n'est que partielle. Je ne veux mentionner que le magnifique halo, les aigrettes entrevues, ainsi que le jeu féerique des nuages irisés, au travers desquels j'admirai le croissant solaire qui diminuait peu à peu pour disparaître derrière un écran de nuages à l'approche du deuxième contact.

Vers $9^h 36^m 40^s$ environ, une obscurité enveloppa subitement le ciel et la terre et produisit l'impression, chez tous les observateurs, que la totalité a commencé; mais, 15 secondes plus tard, pendant un instant, le mince croissant du soleil non éclipsé réapparut. La totalité ne devait donc commencer que 5 ou 6 secondes avant l'heure calculée. L'inondation subite de la lumière nous fit pressentir le troisième contact. Si cette impression est juste, la durée de l'éclipse ne correspondrait pas non plus au temps prévu; elle était de quelques secondes plus courte.

Travaux pendant l'éclipse. — Mon intention était d'obtenir progressivement une série de photographies du soleil éclipsé en utilisant différents écrans et des plaques sensibilisées. Vu l'état du ciel, j'ai modifié mon programme au dernier moment et, profitant des éclaircies pendant la totalité, je me suis contenté d'obtenir, par les procédés habituels, les photographies de la couronne solaire. L'une, de courte durée de pose, me donne la chromosphère et la couronne intérieure; d'autres surtout la couronne extérieure. Sur la photographie (notamment prise au commencement

de la totalité), on remarque que dans la région qui entoure le pôle Nord, il y a à peine de trace de la matière coronale, tandis que celle du Sud est sillonnée de nombreux rayons lumineux qui s'infléchissent (peut-être sous l'influence du champ magnétique du soleil) vers Est et Ouest. Ces fléchissements sont d'autant plus prononcés qu'on s'éloigne du pôle pour aboutir en quatre grands jets lumineux et symétriques des deux côtés de l'équateur, donnant à la couronne la forme habituelle et caractéristique des époques de minima des taches. Plusieurs des rayons se détachent nettement sur le fond lumineux de la couronne intérieure, et on peut les suivre parfois jusqu'à la chromosphère elle-même. Leurs longueurs maxima nettement visibles sur mes photographies atteignent 30′, mais on les soupçonne bien plus loin. Des traces de perturbation se manifestent aux environs Sud-Est et Sud-Ouest, où l'on aperçoit en même temps des protubérances, encadrées souvent par des jets remarquables.

Études spectroscopiques. — L'étude de la couche renversante n'était pas possible, le ciel étant voilé au moment précis des deuxième et troisième contacts. Par contre, j'ai obtenu des photographies du spectre de la couronne avec le spectrographe, qui était réglé de manière à enregistrer une partie restreinte de la région où se trouvent les raies de 5303 de longueur d'onde.

La photographie obtenue montre un spectre continu, sur le fond duquel se détache la raie indiquée. En examinant attentivement cette raie (qui est du reste faible, mais large), on est tenté de lui trouver plutôt l'aspect d'une bande dégradée que d'une simple raie.

Pendant quelques instants je pus jeter un coup d'œil dans mon 6 pouces muni d'un prisme objectif. Mon attention fut attirée immédiatement par l'image monochromatique de la couronne extérieure formée par le coronium, tandis que je la cherchais vainement dans les autres radiations. La distribution de la matière coronale autour du disque solaire est, d'après ces observations visuelles, analogue à celle que nous montrent les photographies; cependant, il m'a semblé apercevoir la présence de coronium dans les régions éloignées assez uniformément répandue autour du disque, tandis qu'en s'en approchant il disparaissait aux pôles d'accord avec les photographies.

J'ai, en terminant, un devoir agréable à remplir, c'est d'adresser mes remercîments, d'abord au Bureau des Longitudes, dont la confiance m'a honoré et m'a facilité mon voyage, et aussi à tous ceux qui m'ont secondé dans mon entreprise.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *La classification des ensembles de mesure nulle et la théorie des fonctions monogènes uniformes.* Note de M. **Émile Borel.**

Toutes les fonctions définissables analytiquement ayant les mêmes propriétés générales lorsqu'on exclut les ensembles de mesure nulle ([1]), une classification de ces ensembles doit précéder l'étude approfondie des propriétés de classes particulières de fonctions. Je baserai cette classification sur la notion d'ensemble régulier, convenablement précisée ([2]). Un ensemble régulier (de mesure nulle) est défini par une infinité énumérable de points fondamentaux A_n à chacun desquels est attachée une infinité énumérable de domaines de forme régulière (carrés ou cercles dans le cas de deux dimensions) $D_n^{(r)}$, tels que $D_n^{(r)}$ contienne $D_n^{(r+1)}$ et que les séries $\sigma_r = \sum_n D_n^{(r)}$ convergent pour toute valeur de r, les sommes σ_r tendant vers zéro pour r infini.

Étant donnée une série convergente à termes positifs, l'inverse du reste R_n est une fonction croissante de n. L'ordre d'infinitude de cette fonction sera, par définition, l'ordre de convergence de la série. Étant donnée une infinité énumérable de séries convergentes, telles que σ_r, *l'ordre asymptotique* de convergence est, par définition, un ordre (qu'on choisira pratiquement le plus grand possible), tel que l'ordre de convergence de la série σ_r lui devienne supérieur à partir d'une certaine valeur de r. Cet ordre est aussi, par définition, l'ordre asymptotique de l'ensemble régulier auquel correspondent les séries σ_r. *L'ordre d'un ensemble de mesure nulle est le plus grand possible des ordres asymptotiques des ensembles réguliers qui le renferment.* Cette définition ne permet pas toujours de déterminer l'ordre avec précision, mais elle fournit en tout cas une limite inférieure de cet ordre, c'est-à-dire permet d'affirmer qu'il est supérieur à un ordre connu. C'est sous cette forme qu'on utilisera généralement la notion de l'ordre.

On sait que la notation des ordres d'infinitude présente des analogies

---

([1]) Voir mes Notes du 7 décembre 1903 et du 12 février 1912.

([2]) Voir ma Note du 6 mars 1911; le point nouveau que j'introduis ici est la forme régulière des domaines d'exclusion; cette modification n'altère pas la proposition fondamentale : tout ensemble de mesure nulle peut être regardé comme faisant partie d'un ensemble régulier.

avec celle des nombres transfinis (de seconde classe), avec laquelle elle est à peu près dans le même rapport que la notation des nombres rationnels (fractions continues limitées) avec celle des entiers ([1]). L'ordre d'un ensemble énumérable dépasse tout nombre assignable de seconde classe; on peut le noter Ω; la question de savoir si tous les ensembles d'ordre Ω sont nécessairement énumérables intéressera peut-être ceux qui attribuent un sens aux spéculations dans lesquelles interviennent *tous* les nombres de seconde classe.

La considération des ordres permet d'étendre beaucoup la notion du domaine d'existence des fonctions monogènes uniformes, cette extension étant assujettie à comprendre comme cas particulier la théorie de Weierstrass. J'avais déjà fait des tentatives dans ce sens et les résultats que j'avais obtenus ([2]) prouvent que les définitions qui vont être données ne sont pas simplement une généralisation théorique, mais qu'il existe effectivement des fonctions monogènes satisfaisant à ces définitions et échappant à celle de Weierstrass. Seulement, ces résultats ne s'appliquaient qu'à des classes de fonctions très particulières, du moins en apparence, définies par certains développements en série, de forme donnée *a priori*; tandis que je prends actuellement pour base la définition générale de la fonction monogène, d'après Cauchy.

Définition. — *Une propriété quelconque est dite vérifiée asymptotiquement d'ordre α dans un domaine* D, *lorsqu'elle est vérifiée en tout point de ce domaine, à l'exclusion d'un certain ensemble de mesure nulle, d'ordre supérieur à α.*

Théorème. — *Il existe un ordre α tel que, si la définition classique des fonctions monogènes uniformes est vérifiée asymptotiquement d'ordre α dans un domaine* D *d'un seul tenant par une fonction $f(x+iy)$, cette fonction ne peut être nulle sur un petit arc sans être nulle partout (en tout point où elle est définie). On peut, pour fixer les idées, prendre $\alpha = \omega^\omega$.*

([1]) Voir mes *Leçons sur la théorie de la croissance.* Je rappelle qu'il est toujours possible, étant donné un système de notations, de fabriquer des ordres d'infinitude dépassant ce système. Tout système de notations bien défini est donc exposé à être inapplicable ou en défaut. Mais, inversement, si l'on a à envisager un système quelconque d'ordres, on pourra toujours fixer des notations suffisantes. Nous n'avons besoin, dans ce qui suit, que de la connaissance des premières notations, qui sont classiques.

([2]) Voir notamment mon Mémoire *Sur les séries de polynomes et de fractions rationnelles* (*Acta matematica,* t. XXIV).

Il est évident que le théorème ne subsisterait pas si l'on prenait $\alpha \leqq 1$, car le domaine D pourrait alors ne pas rester d'un seul tenant, après l'exclusion de l'ensemble de mesure nulle. La question se pose donc de déterminer l'ordre le moins élevé possible α (compris entre 2 et ω^ω), tel que le théorème subsiste.

La démonstration de ce théorème est essentiellement basée sur l'intégrale de Cauchy (¹); elle conduit aisément à une représentation analytique générale des fonctions monogènes uniformes, qui comprend comme cas particulier celle de M. Mittag Leffler (²). En employant le langage des nombres transfinis (il y aurait lieu de faire des réserves sur l'emploi de Ω, mais je m'en sers uniquement pour faire image), on peut dire que le cas traité par M. Mittag Leffler (ensembles réductibles) correspond à l'hypothèse que l'ordre α de l'ensemble des points singuliers atteint Ω (ou peut-être même à un cas particulier de cette hypothèse); nous sommes arrivés à remplacer Ω par ω^ω; il sera sans doute possible de diminuer encore beaucoup la valeur de α, et l'on arrivera peut-être à l'abaisser jusqu'à la valeur $1+\varepsilon$.

Ce qui est acquis, c'est la possibilité de tirer de la définition de Cauchy, vérifiée en certains ensembles de points, ensembles qui peuvent n'être denses nulle part (³), la conséquence essentielle sur laquelle Weierstrass a basé sa théorie des fonctions analytiques : deux fonctions qui coïncident sur un petit arc coïncident dans tout leur domaine d'existence. La conception de Cauchy est ainsi débarrassée d'une partie au moins des restrictions que lui avait apportées Weierstrass.

(¹) J'utilise, bien entendu, les propriétés énoncées dans ma Note du 12 février 1912.

(²) *Acta matematica*, t. IV. Bien entendu, ces fonctions possèdent aussi des développements en séries de polynomes de forme M (théorème de l'étoile de M. Mittag Leffler généralisé) déterminés d'une manière unique par la connaissance des dérivées en un point.

(³) Il est évident que ces ensembles (domaines d'où l'on exclut des ensembles de mesure nulle d'ordre $\geqq \alpha$) forment un groupe, en ce sens que l'ensemble des points communs à deux d'entre eux constitue un ensemble de même nature (mais qui peut ne plus être d'un seul tenant), car la somme de deux ensembles de mesure nulle d'ordre supérieur ou égal à α est évidemment un ensemble de mesure nulle d'ordre supérieur ou égal à α. Ceci permet de prouver que les opérations sur les fonctions monogènes généralisées conduisent à des fonctions monogènes, dans les mêmes conditions où les opérations sur les fonctions analytiques de Weierstrass conduisent à des fonctions analytiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes fonctionnels et les équations intégro-différentielles linéaires.* Note de M. E. **Vessiot**, présentée par M. Émile Picard.

1. Le *noyau de la transformation générale* (type de Volterra)

$$F(x) = f(x) + \int_0^x V(a_1, \ldots, a_r | x, y) f(y)\, dy \tag{1}$$

d'un groupe continu fini $\mathcal{G}$ est la solution, qui s'annule avec les a_k, de l'un ou l'autre des systèmes intégro-différentiels linéaires :

$$\sum_{k=1}^{r} \alpha_{hk}(a_1, \ldots, a_r) \frac{\partial V}{\partial a_k} = W_h + \overline{VW_h} \qquad (h = 1, 2, \ldots, r), \tag{2}$$

$$\sum_{k=1}^{r} \beta_{hk}(a_1, \ldots, a_r) \frac{\partial V}{\partial a_k} = W_h + \overline{W_h V} \qquad (h = 1, 2, \ldots, r), \tag{3}$$

où les W_h sont des fonctions de (x, y) seulement, liées par les relations

$$(\overline{W_h, W_k}) = \sum_{s=1}^{r} c_{hks} W_s. \tag{4}$$

Dans ces équations, le symbole de composition $\overline{\varphi\psi}$ (Volterra) et le *crochet* $(\overline{\varphi, \psi})$ qui a des propriétés semblables à celui de Jacobi, signifient, pour deux fonctions de (x, y) quelconques,

$$\overline{\varphi\psi} = \int_x^y \varphi(x, u) \psi(u, y)\, du; \qquad (\overline{\varphi, \psi}) = \overline{\varphi\psi} - \overline{\psi\varphi}.$$

Les premiers membres des équations (2), (3) sont les symboles infinitésimaux des deux groupes paramétriques d'un groupe ponctuel de Lie G, isomorphe à $\mathcal{G}$; les constantes c_{hks} sont ses constantes de structure.

2. Les fonctions W_h définissent entièrement $\mathcal{G}$. On obtient V, sous forme canonique, par l'équation unique

$$\frac{\partial V}{\partial t} = W + \overline{VW} \qquad \left(W = \sum_{k=1}^{r} e_k W_k;\ a_k = e_k t \right), \tag{5}$$

ou par la formule symbolique équivalente

$$(6) \qquad V = -1 + e^{\overline{W}} \qquad (a_k = e_k).$$

En d'autres termes, $\mathcal{G}$ est engendré par les *transformations infinitésimales* (¹)

$$(7) \qquad \delta f(x) = \delta t \int_0^x W(x, y) f(y)\, dy.$$

Pour $r = 1$, on retrouve la *transcendante de Volterra* et son théorème d'addition.

3. Les *réciproques* des théorèmes précédents sont vraies (²).

4. La théorie qui précède est liée à l'étude de l'équation (5), où W serait maintenant une fonction quelconque de (x, y, t) (³). On démontre, par la méthode des approximations successives, qu'elle a une solution s'annulant avec t. La méthode de la variation des constantes donne la solution générale

$$(8) \qquad V = \omega + C + \overline{C\omega},$$

où C est une fonction arbitraire de (x, y) et ω une solution particulière quelconque. Cette formule met en évidence un groupe qui joue, *à tous les points de vue*, le rôle du groupe linéaire homogène dans la théorie des équations différentielles linéaires ordinaires (singularités, réductibilité, etc.). W est l'expression d'un *invariant intégro-différentiel* caractéristique de ce groupe.

Cette même formule (8) permet d'appliquer la méthode de la variation

---

(¹) M. Kovalewski a considéré des transformations fonctionnelles infinitésimales de types plus généraux (*Comptes rendus*, 26 décembre 1911). Il a démontré aussi que chaque transformation du type de Volterra est engendrée par des transformations infinitésimales (*Comptes rendus*, 13 novembre 1911).

(²) Tout ceci s'applique aux opérations de Fredholm. On a alors des groupes finis de toute structure dont les transformations infinitésimales sont de la forme

$$\sum_{ij} m_{ij} \xi_i(x) \eta_j(y).$$

(³) Et de l'équation $\dfrac{\partial V}{\partial t} = W + \overline{WV}$, dont les propriétés sont corrélatives.

des constantes à l'équation plus générale

$$\frac{\partial Z}{\partial t} = \overline{ZF} + \Phi, \tag{9}$$

qui s'intègre, au moyen de (5), d'une équation de Volterra de seconde espèce, et d'une quadrature. Dans le cas $\Phi = 0$, la solution de (9) est simplement

$$Z = C + \overline{C\omega} \qquad (C = \text{fonct. arbitr. de } x, y). \tag{10}$$

5. De l'équation (5) on passe, de proche en proche, au système

$$\frac{\partial V}{\partial a_i} = F_i + \overline{VF_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \tag{11}$$

à condition qu'on ait les conditions d'intégrabilité

$$\frac{\partial F_i}{\partial a_k} - \frac{\partial F_k}{\partial a_i} = (\overline{F_i, F_k}) \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n). \tag{12}$$

6. Les théories précédentes sont susceptibles de nombreuses généralisations. La méthode de passage du fini à l'infini permet de considérer des groupes dépendant de fonctions arbitraires, en introduisant des dérivées fonctionnelles. La méthode de la variation des constantes s'étend à des équations intégro-différentielles linéaires d'ordre supérieur.

NOMOGRAPHIE. — *Sur l'équation à 4 variables d'ordre nomographique 4.* Note (¹) de M. **Rodolphe Soreau**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Une telle équation peut se ramener à la forme

$$f_1 f_2 f_3 f_4 + \Sigma B_{pq} f_p f_q + \Sigma C_r f_r + D = 0. \tag{1}$$

Les conditions du groupement $F_{12} = F_{34}$ sont (Soreau et Clark)

$$\frac{C_1 C_3}{B_{13}} = \frac{C_1 C_4}{B_{14}} = \frac{C_2 C_3}{B_{23}} = \frac{C_2 C_4}{B_{24}} = 2k \tag{2}$$

avec $2k = D - B_{12} B_{34}$. La proposée peut alors s'écrire

$$\frac{f_1 f_2 + B_{34}}{C_1 f_1 + C_2 f_2 + 2k} = -\frac{1}{2k} \frac{C_3 f_3 + C_4 f_4 + 2k}{f_3 f_4 + B_{12}}. \tag{3}$$

(¹) Présentée dans la séance du 19 février 1912.

« Partant de là, dit M. d'Ocagne [1], M. Soreau a fait cette ingénieuse remarque que l'on pouvait, en appelant f la valeur commune de ces rapports, représenter chacune des deux équations en ff_1f_2, ff_3f_4, par un nomogramme conique en faisant coïncider à la fois les supports coniques et rectilignes de chacun d'eux. » A la vérité, on ne peut, en général, réaliser cette coïncidence ; elle ne résulte même pas, *ipso facto*, des conditions

$$\frac{C_1C_2}{B_{12}} = \frac{C_3C_4}{B_{34}} = 2k, \tag{4}$$

que j'ai établies; et que M. d'Ocagne se proposait de retrouver par sa remarquable notion des *points critiques*. Toutefois, cette notion conduit bien aux conditions (2) et (4). Voici quel est alors le schéma de la théorie générale qui peut être donnée.

I. Si le groupement $F_{12} = F_{34}$ est possible, la proposée est représentable par un nomogramme à quatre échelles rectilignes, réelles ou non. Soit P_{12} le point critique à l'intersection des échelles 1, 2 ; aux deux cotes de P_{12} correspondent des valeurs $f_1 = \sigma_1$, $f_2 = \sigma_2$ pour lesquelles (1) est satisfaite quels que soient f_3 et f_4. On a donc

$$\begin{gathered} \sigma_1\sigma_2 + B_{34} = 0, \\ C_1\sigma_1 + C_2\sigma_2 + 2k = 0, \\ B_{13}\sigma_1 + B_{23}\sigma_2 + C_3 = 0, \\ B_{14}\sigma_1 + B_{24}\sigma_2 + C_4 = 0. \end{gathered}$$

Posons

$$C_n\sigma_n = s_n, \quad \frac{B_{pq}}{C_pC_q} = u_{pq}.$$

Ces quatre relations, jointes à celles que donne le point critique P_{34}, montrent que s_1 et s_2, s_3 et s_4, sont respectivement racines de

$$\begin{gathered} s^2 + 2ks - C_1C_2B_{34} = 0, \\ s^2 + 2ks - C_3C_4B_{12} = 0, \end{gathered}$$

de discriminants

$$\begin{gathered} \Delta = k^2 + C_1C_2B_{34}, \\ \Delta' = k^2 + C_3C_4B_{12}. \end{gathered}$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. 144, 1er semestre 1907, p. 1027.

Il reste alors les quatre équations de condition :

$$u_{13}s_1 + u_{23}s_2 + 1 = 0,$$
$$u_{14}s_1 + u_{24}s_2 + 1 = 0,$$
$$u_{13}s_3 + u_{14}s_4 + 1 = 0,$$
$$u_{23}s_3 + u_{24}s_4 + 1 = 0,$$

qui admettent la solution $u_{13} = u_{14} = u_{23} = u_{24} = \frac{1}{2k}$: d'où les relations (2).

La proposée est toujours représentable par un nomogramme à deux coniques **C** et **C'** ; on peut remplacer **C** (ou **C'**) par deux échelles rectilignes si Δ (ou Δ') $\geqq 0$, condition pour que **C** (ou **C'**) coupe réellement la ligne de pivot **D**.

C et **C'** ne peuvent donc coïncider si $\Delta\Delta' < 0$. Quand elles coïncident, elles coupent **D** aux mêmes points, réels ou imaginaires, dont les cotes en s ont même valeur sur **C** et sur **C'** ; on a donc $\Delta = \Delta'$, d'où

$$C_1 C_2 B_{34} = C_3 C_4 B_{12},$$

ce qui entraîne les conditions (4). Mais ces conditions n'imposent pas la coïncidence : c'est ce que je vais montrer, en indiquant les changements de fonctions qui la réalisent.

II. Posons

$$C_n f_n = t_n, \qquad -C_1 C_2 C_3 C_4 = 2km, \qquad -C_1 C_2 B_{34} = p, \qquad -C_3 C_4 B_{12} = q.$$

L'équation (3) peut s'écrire

$$\frac{t_1 t_2 - p}{t_1 + t_2 + 2k} = m \frac{t_3 + t_4 + 2k}{t_3 t_4 - q} \quad \text{ou} \quad \begin{vmatrix} t_1 & t_1^2 + 2kt_1 + p & 0 & 1 \\ t_2 & t_2^2 + 2kt_2 + p & 0 & 1 \\ m & 0 & t_3^2 + 2kt_3 + q & t_3 \\ m & 0 & t_4^2 + 2kt_4 + q & t_4 \end{vmatrix} = 0,$$

déterminant générateur de nomogrammes coniques à double alignement. Les deux coniques de ces nomogrammes sont distinctes, même avec les relations (4), qui donnent $m = p = q$; elles sont alors homographiques des deux coniques

$$mx^2 - xy + 2kx + 1 = 0, \qquad mx^2 - y + 2kx + 1 = 0.$$

Faisons les changements de fonctions

$$t_3 = q' \frac{\theta_3 + 2k + q'}{\theta_3 - q'}, \qquad t_4 = q' \frac{\theta_4 + 2k + q'}{\theta_4 - q'}, \qquad \text{avec} \qquad q' = \sqrt{q} \qquad \text{si } q > 0,$$

ou

$$t_3 = q'' \frac{\theta_3 + 2k - q''}{\theta_3 - q''}, \qquad t_4 = -q'' \frac{\theta_4 + 2k + q''}{\theta_4 + q''}, \qquad \text{avec} \qquad q'' = \sqrt{-q} \qquad \text{si } q < 0.$$

Dans l'un et l'autre cas, on obtient

$$\frac{t_1 t_2 - p}{t_1 + t_2 + 2k} = \frac{m}{q} \frac{\theta_3 \theta_4 - q}{\theta_3 + \theta_4 + 2k} \quad \text{ou} \quad \begin{vmatrix} t_1 & t_1^2 + 2kt_1 + p & 0 & m \\ t_2 & t_2^2 + 2kt_2 + p & 0 & m \\ \theta_3 & 0 & \theta_3^2 + 2k\theta_3 + q & q \\ \theta_4 & 0 & \theta_4^2 + 2k\theta_4 + q & q \end{vmatrix} = 0.$$

Pour $m = p = q$, ce déterminant fournit une famille homographique de nomogrammes monoconiques, parmi lesquels mon type de nomogramme circulaire à alignement parallèle. On peut *toujours* leur substituer des nomogrammes à deux échelles rectilignes à double graduation, même si Δ et Δ', devenus égaux, sont négatifs; mais, dans ce dernier cas, il faut recourir à une transformati n transcendante, ainsi que je l'ai établi.

MÉCANIQUE. — *Sur l'emploi des accouplements élastiques dans les transmissions des automobiles.* Note de M. **A. Petot.**

Les moteurs à explosion ayant un couple très irrégulier, on a été tout naturellement conduit à employer sur les automobiles les joints élastiques de transmission; je vais essayer de marquer dans cette Note les conditions à remplir dans l'établissement de ces organes. Supposons que le joint soit placé sur l'arbre primaire, entre l'embrayage et la boîte des vitesses. Les éléments à considérer sont le couple moteur C, sa valeur moyenne C_m, le nombre n de ses périodes par tour de l'arbre, le moment d'inertie I de cet arbre limité au joint, sa vitesse angulaire ω, le moment d'inertie réduit I' de la voiture, le couple de rappel a du joint pour un angle de torsion égal à l'unité, le couple d'amortissement b pour une vitesse de torsion égale aussi à l'unité et, enfin, le rendement ρ de la transmission à partir du joint. On est conduit à poser

$$\frac{1}{I} + \frac{\rho}{I'} = \frac{1}{I''}, \qquad \frac{b}{I''} = 2\lambda, \qquad \frac{a}{I''} = \eta^2, \qquad n\omega = K,$$

ce qui fait intervenir dans la question un troisième moment d'inertie I'' et trois vitesses angulaires λ, η et K.

Les calculs sont trop complexes pour être donnés ici, ils montrent le rôle

essentiel d'un coefficient numérique

$$(1) \qquad u = \sqrt{\frac{\eta^4 + 4\lambda^2 K^2}{(\eta^2 - K^2)^2 + 4\lambda^2 K^2}},$$

par lequel on doit multiplier l'amplitude des variations cycliques du couple C′ transmis par un arbre rigide, pour obtenir cette même amplitude dans le cas d'un arbre avec joint élastique. Le joint est donc utile ou nuisible suivant que ce coefficient est inférieur ou supérieur à l'unité. De là cette condition

$$(2) \qquad K > \eta\sqrt{2}$$

qui doit être largement vérifiée, car c'est seulement à partir de la valeur $K = \eta\sqrt{2}$ que le joint cesse d'agir à contre-sens en amplifiant les variations du couple transmis C′.

Dans un intéressant Mémoire *Sur l'emploi des ressorts à grande flexion pour la régularisation du mouvement des moteurs*, où j'ai trouvé d'utiles indications pour la présente étude, M. Lecornu est aussi arrivé à l'inégalité précédente (¹). Comme le sujet traité (moteur à couple régulier actionnant à la fois une dynamo d'éclairage et une pompe) est très différent du nôtre, il est probable que cette inégalité marque une condition générale d'établissement des transmissions élastiques.

On rencontre ici, dans le cas des automobiles, une difficulté très sérieuse, tenant à ce que le paramètre K dépend de l'allure du moteur et le moment d'inertie I″ de la combinaison de vitesse sur laquelle on marche. Il faut, en conséquence, s'arranger de manière que l'inégalité (2) soit encore vérifiée dans les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire en première vitesse, pendant la marche au ralenti.

D'autre part, comme la fraction $\frac{\eta^4}{(K^2 - \eta^2)^2}$ est alors inférieure à l'unité, on l'augmente en ajoutant le produit $4\lambda^2 K^2$ à ses deux termes; il y a donc intérêt à diminuer le plus possible le paramètre d'amortissement b auquel le facteur λ de ce produit est proportionnel. On arrive à la même conclusion quand on considère la perte d'énergie

$$(3) \qquad T_p = 2\pi C_m \frac{I''\lambda K C_m}{I^2[(K^2 - \eta^2)^2 + 4\lambda^2 K^2]}$$

qui se produit dans le joint. Nous donnons ici sa valeur dans le cas du

(¹) LECORNU, *Revue de Mécanique*, octobre 1909, p. 321.

quatre-cylindres; elle est encore plus élevée relativement pour le deux-cylindres, et surtout pour le mono-cylindre. Cette perte est doublement nuisible, d'abord parce qu'elle abaisse le rendement du mécanisme, et ensuite parce qu'elle peut amener un échauffement excessif du joint, ce qu'il faut éviter à tout prix.

On trouve enfin que le joint augmente l'accélération angulaire instantanée dans la première partie de l'arbre moteur, et cela d'autant plus que son fonctionnement est plus avantageux. L'inverse a lieu pour le reste du mécanisme; mais, comme les trépidations se produisent surtout dans la région du moteur, on ne doit pas s'attendre à ce que l'emploi d'un joint élastique améliore sensiblement le bien-être du voyageur, mais seulement à ce qu'il en résulte une usure moins rapide du mécanisme. C'est là un bénéfice d'ordre économique, qui ne peut guère être constaté que par des essais prolongés, faits sur route dans les conditions ordinaires du tourisme.

On aurait tort de commencer par des essais sur le mono-cylindre, sous prétexte que ce moteur est celui qui a le plus besoin d'être amélioré. Il faut en effet se placer dans les meilleures conditions possibles pour la vérification de l'inégalité (2), afin de faire porter uniquement les recherches sur le choix et la disposition de la matière élastique, ressorts métalliques ou masses de caoutchouc, dont le joint doit être formé. Le quatre-cylindres est au contraire tout indiqué, bien qu'il puisse se passer de joint, parce que le paramètre Ky est égal à 2ω, tandis qu'il a la valeur $\frac{\omega}{2}$, quatre fois plus faible, dans le cas du mono-cylindre.

Jusqu'ici nous avons supposé que le joint est placé sur l'arbre primaire; on peut aussi le mettre sur l'arbre secondaire. Le problème s'étudie comme dans le premier cas; on arrive encore à l'inégalité (2), mais avec des valeurs un peu différentes de η et de λ. Si l'on désigne par m' le coefficient de démultiplication de l'arbre primaire à l'arbre secondaire, on trouve cette fois

$$\eta^2 = \frac{a}{m'^2 I'} \qquad \text{et} \qquad 2\lambda = \frac{b}{m'^2 I''}.$$

Il est alors plus facile de satisfaire à la condition précédente à toutes les allures du moteur, ce qui est un réel avantage, mais, par contre, la boîte des vitesses se trouve comprise dans la région où les accélérations sont amplifiées; c'est donc seulement l'expérience qui pourra nous fixer sur la meilleure place à donner au joint.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le décalage entre la force perturbatrice et le mouvement contraint.* Note [1] de M. E. **Fichot**, présentée par M. H. Poincaré.

Considérons un système mécanique constitué par un ensemble de points discrets animés d'un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe et dont les positions, rapportées à un trièdre mobile invariable ayant cet axe comme arête, dépendent de n paramètres q_i.

Une composante isochrone perturbatrice, définie par la valeur $e^{\lambda t}\sum_i \mathrm{K}_i \delta q_i$ du travail virtuel correspondant aux accroissements virtuels δq_i, engendrera une oscillation contrainte isochrone complexe [2],

$$q_i = -\frac{1}{2}e^{\lambda t}\sum_{j=1}^{j=2n}\left(\frac{\lambda_j \alpha_{ij}}{\lambda-\lambda_j}\sum_{h=1}^{h=n}\mathrm{K}_h\beta_{hj}\right),$$

λ et les K sont des constantes données; les λ_j sont les $2n$ racines de l'équation $\Delta(\lambda) = 0$ et leur connaissance entraîne celle des quantités imaginaires conjuguées α_{ij} et β_{ij}.

La somme $\sum_h \mathrm{K}_h\beta_{hj} = \mathrm{T}_j$ est une expression imaginaire fonction de j seulement, et le produit $\mathrm{T}_j e^{(\lambda-\lambda_j)t}$ représente le travail virtuel des forces extérieures pour un déplacement virtuel égal à l'oscillation propre complexe $q_i = \beta_{ij}e^{-\lambda_j t}$.

En général, dans l'oscillation contrainte, il existera un décalage quelconque entre la phase d'un point du système et celle de la force perturbatrice qui lui est directement appliquée.

Si nous posons, en effet,

$$\alpha_{ij} = \rho_{ij}\, e^{\sqrt{-1}\,\varphi_{ij}}, \qquad \beta_{ij} = \rho_{ij}\, e^{-\sqrt{-1}\,\varphi_{ij}},$$
$$\lambda = \mu\sqrt{-1}, \qquad \lambda_j = \mu_j\sqrt{-1},$$
$$\mathrm{K}_i\, e^{\lambda t} = r_i\, e^{\sqrt{-1}(\mu t+\psi_i)};$$

nous aurons

$$\mathrm{T}_j = \sum_h \mathrm{K}_{hj}\beta_{hj} = \sum r_h\rho_{hj}\, e^{\sqrt{-1}(\psi_h-\varphi_{hj})} = \mathrm{R}_j\, e^{\sqrt{-1}\,\theta_j},$$
$$q_i = \frac{1}{2}\sum_j \frac{\mu_j}{\mu-\mu_j}\rho_{ij}\mathrm{R}_j\, e^{\sqrt{-1}(\mu t+\varphi_{ij}+\theta_j-\pi)}.$$

---

(1) Présentée dans la séance du 19 février 1912.

(2) H. Poincaré, *Théorie des marées*, § 10, 15.

q_i se trouve être ainsi le vecteur résultant $B_i e^{\sqrt{-1}(\mu t+\delta_i)}$ de $2n$ vecteurs, de modules et d'arguments différents. La différence $\delta_i - \psi_i$ sera donc généralement quelconque, et variable d'un paramètre à l'autre, puisque δ dépend des divers modules, des φ et des θ, c'est-à-dire de tous les ψ.

Pour que l'on ait $\delta_i - \psi_i = 0$, *quel que soit* i, il faudrait qu'il existât une relation très particulière entre la constitution mécanique du système et la fonction des coordonnées par laquelle s'exprime l'action perturbatrice.

Le théorème de Laplace, en vertu duquel il n'y a pas de décalage entre la marée et le potentiel perturbateur dans une mer dont la profondeur est fonction de la latitude, nous en fournit un exemple.

Il est possible de formuler une condition analogue applicable au système que nous envisageons.

Soient deux paramètres quelconques d'indices i et h. Considérons l'oscillation propre de période $\tau_j = \frac{2\pi}{\mu_j}$; μ_j est une vitesse angulaire que nous appellerons vitesse *d'oscillation* pour la distinguer de la vitesse angulaire de *propagation* $\frac{\mu_j}{\varphi_{ij} - \varphi_{hj}}$ relative aux deux paramètres. De même, la force perturbatrice aura une vitesse angulaire de propagation $\frac{\mu}{\psi_i - \psi_h}$.

A ces vitesses de propagation correspondent des longueurs d'onde $\frac{2\pi}{\varphi_{ij} - \varphi_{hj}}$ pour l'oscillation propre et $\frac{2\pi}{\psi_i - \psi_h}$ pour la force perturbatrice.

Supposons maintenant le système constitué de sorte que les diverses longueurs d'onde correspondant à des paramètres quelconques donnés soient respectivement les mêmes dans toutes les oscillations propres; supposons de plus la loi de variation de la force telle que ses longueurs d'onde soient égales à celles de ces oscillations.

On aura alors, pour toutes les valeurs de j et quels que soient i et h,

$$\varphi_{ij} - \varphi_{hj} = \psi_i - \psi_h.$$

Tous les θ_j deviennent par suite égaux à une constante θ telle que $\varphi_{ij} + \theta = \psi_i$, et l'on a

$$q_i = \frac{1}{2} e^{\sqrt{-1}(\mu t - \psi_i)} \sum \frac{\tau}{\tau - \tau_j} \rho_{ij} R_j.$$

Il y aura donc bien, pour tous les paramètres, concordance de phase avec la force (à π près, suivant le signe de l'expression sous le signe Σ).

La condition énoncée est suffisante, mais elle est trop restrictive. Dans les conditions où s'applique le théorème de Laplace, l'égalité n'est pas

nécessaire, le non-décalage résulte de ce que les diverses longueurs d'onde sont simplement commensurables.

En cas de résonance, il ne subsiste plus qu'un seul terme dans l'expression de q_i, et l'analyse précédente s'applique immédiatement. Les vitesses d'oscillation étant alors les mêmes, la condition de non-décalage sera que la vitesse de propagation de l'oscillation propre, par rapport à deux paramètres quelconques, soit la même que celle de la force perturbatrice; de plus, ici, cette condition sera *nécessaire*. Suivant que la période de la force sera légèrement supérieure ou inférieure à celle de l'oscillation propre, il y aura concordance directe ou inversion.

Si l'on néglige la force centrifuge composée, tous les arguments φ sont nuls ou égaux à π. Il y aura toujours concordance (directe ou inversée) si la force perturbatrice a même phase relativement à tous les paramètres et, en cas de résonance, la concordance ne pourra avoir lieu si cette condition n'est pas réalisée.

Cependant, si l'équation aux périodes admettait une racine double, on pourrait avoir une oscillation propre, présentant une vitesse de propagation; et, en cas de résonance avec cette oscillation, la condition de non-décalage consisterait encore dans l'égalité de sa vitesse de propagation avec celle de la force [1].

AÉROTECHNIQUE. — *Étude de surfaces d'aéroplanes au chariot électrique.* Note [2] de MM. **Ch. Maurain** et **A. Toussaint**, présentée par M. P. Appell.

Les seules mesures précises qu'on possède jusqu'ici de l'action de l'air sur des surfaces analogues aux ailes d'aéroplanes ont été obtenues avec des modèles réduits exposés à un courant d'air.

Nous avons étudié cette action en disposant les surfaces sur un chariot qui se déplace sur une ligne électrique. Les mesures portent sur des surfaces du même ordre de grandeur que les ailes d'aéroplanes et peuvent être faites dans de bonnes conditions jusqu'à la vitesse de 23^m par seconde.

La ligne électrique, à voie normale de $1^m,44$, a une longueur de 1350^m. La puissance électrique communiquée au chariot actuellement en service

(1) Cf. H. Poincaré, *Théorie des marées*, § 19, 79.

(2) Présentée dans la séance du 19 février 1912.

peut atteindre normalement 130 chevaux et même davantage pendant la courte durée d'un voyage du chariot. Le poids de celui-ci est de 5^t. Cette installation a été établie sous la direction de M. A. Hugon.

Le chariot a été muni d'un montage permettant d'enregistrer pendant son mouvement : 1° l'action verticale de l'air sur la surface étudiée, ou Poussée; 2° l'action horizontale ou Traînée; 3° un couple de rotation duquel on déduit la position du point où la résultante des actions de l'air coupe la surface.

La partie la plus basse des surfaces étudiées est au moins à $2^m,75$ au-dessus du bâti du chariot.

La vitesse du chariot par rapport au sol est mesurée simultanément de deux manières : 1° par un cinémomètre enregistreur donnant la vitesse instantanée; 2° par un chronographe enregistrant un contact électrique à chaque tour d'un axe lié aux essieux.

La vitesse qui importe est la vitesse par rapport à l'air; il serait désirable de ne faire de mesures que par vent presque nul, mais ce serait se condamner à n'en faire presque jamais. L'expérience montre que lorsque la vitesse du vent n'est pas supérieure à $2^m,50$ environ, on peut faire dans de bonnes conditions une correction consistant à ajouter algébriquement à la vitesse du chariot, par rapport au sol, la composante de la vitesse du vent parallèle à la ligne.

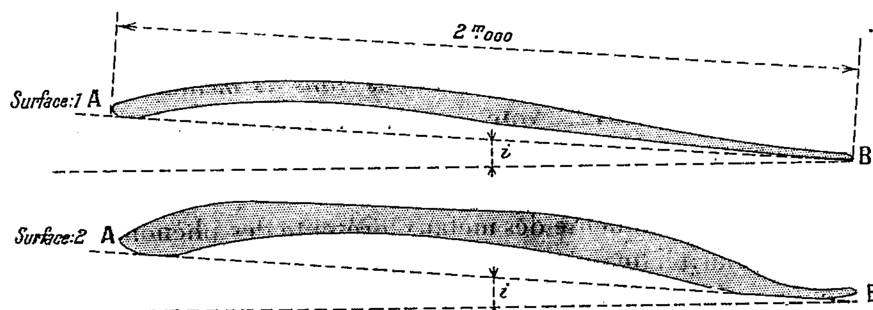
L'action verticale de l'air sur le montage qui porte la surface est tout à fait négligeable. Il n'en est pas de même de l'action horizontale sur ce montage. Celle-ci a été déterminée à part avec soin; mais comme aux faibles inclinaisons elle devient une partie importante de l'action horizontale totale, nous avons repris pour chaque surface les mesures relatives aux faibles inclinaisons en supprimant toute la partie supérieure du montage et en posant simplement la surface sur des tasseaux effilés (ce dispositif ne permet pas la détermination de la position du centre de poussée); on fait naturellement encore la correction de l'action de l'air sur le reste du montage. Nous avons constaté que les valeurs ainsi obtenues s'accordent de manière satisfaisante avec celles obtenues à l'aide du montage ordinaire.

Voici, comme exemple, les résultats relatifs à deux surfaces courbes que M. Maurice Farman a fait établir spécialement pour ces expériences, mais construites exactement comme des ailes d'aéroplanes ; elles ont chacune 5^m d'envergure et 2^m de profondeur, et leur profil est représenté dans la figure 1. Les coefficients K_y et K_x sont les coefficients unitaires correspondant aux actions verticale et horizontale de l'air, rapportées à 15° et 760^{mm};

c'est-à-dire que l'action verticale par exemple sur 1^{m^2} de surface, est représentée en kilogrammes par

$$K_y V^2,$$

V étant la vitesse en mètres par seconde, qui a varié entre 18^m et 23^m. La



distance du centre de poussée au bord d'attaque est donnée en fraction de la profondeur de la surface. L'inclinaison *i* est l'angle du plan tangent AB avec un plan horizontal.

Angle *i* inclinaison.	Première surface. K_y.	K_x.	$\frac{K_x}{K_y}$.	Angle de la résultante avec la verticale.	Distance relative du centre de poussée au bord d'attaque.	Deuxième surface. K_y.	K_x.	$\frac{K_x}{K_y}$.	Angle de la résultante avec la verticale.	Distance relative du centre de poussée au bord d'attaque.
— 2°	0,0106					0,0212	0,00280	0,132	7°,51	
0	175	0,00240	0,137	7°,80	0,430	270	280	0,104	5,93	
2	240	220	0,092	5,20	0,393	322	293	0,091	5,20	0,472
4	305	225	0,074	4,23	0,365	372	320	0,086	4,92	0,427
6	372	257	0,069	3,95	0,340	425	378	0,089	5,08	0,390
8	438	313	0,0715	4,09	0,318	478	452	0,0945	5,40	0,358
10	505	400	0,079	4,53	0,298	530	550	0,104	5,93	0,330
12	570	535	0,094	5,37	0,287	582	670	0,115	6,57	0,309
14	626	702	0,112	6,38	0,294	634	832	0,131	7,47	0,290
16	671	0,00920	0,137	7,48	0,320	679	0,0105	0,155	8,82	0,280
18	0,0700	0,0118	0,168	9,53	0,355	708	134	0,189	10,70	0,281
20						0,0730	0,00169	0,231	13	0,301

On voit que la poussée est plus grande pour la surface n° 2 que pour la surface n° 1, surtout aux faibles inclinaisons ; mais la traînée est également plus grande, et les valeurs $\frac{K_x}{K_y}$ sont plus faibles pour la surface n° 2. La dis-

tance du centre de poussée au bord d'attaque passe par un minimum qui correspond à environ 12° pour la surface n° 1, et 17° pour la surface n° 2. Ces angles sont supérieurs aux angles d'aviation. Ainsi, aux angles d'aviation, le centre de poussée s'éloigne du bord d'attaque à mesure que l'inclinaison diminue.

ÉLASTICITÉ. — *Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts. Cas du plissement.* Note de M. L. Hartmann, présentée par M. L. Lecornu.

La déformation permanente des métaux présente des phénomènes d'une très grande régularité, quand elle est accompagnée de plissements. L'expérience montre qu'elle obéit alors à des lois qu'il a paru intéressant de déterminer (¹).

L'objet de cette Note est d'indiquer la nature de quelques-uns des phénomènes étudiés.

1° Un tube cylindrique de laiton écroui, ayant 70^{mm} de diamètre extérieur, 1^{mm} d'épaisseur et 60^{mm} de hauteur, se transforme, quand on l'aplatit dans le sens de sa longueur entre les plateaux d'une presse hydraulique, en une série d'assises normales à l'axe, sensiblement identiques entre elles et dont chacune se compose de quatre segments.

Dans chaque assise, les segments sont séparés par des contreforts équidistants, parallèles à l'axe, et la section droite médiane donne intérieurement une figure constituée par quatre côtés ayant à peu près le même tracé; ces côtés sont rectilignes en leur milieu, et ils se terminent, à leurs deux extrémités, par une partie légèrement arrondie. Les contreforts d'une assise sont en regard du milieu des côtés des assises immédiatement voisines. La projection des plissements successifs sur un plan normal à l'axe forme, dans ces conditions, un octogone régulier. Chaque contrefort se prolonge, des deux côtés de l'assise à laquelle il appartient, par des bourrelets qui le raccordent aux deux contreforts les plus voisins des assises contiguës.

Si l'on trace sur la surface extérieure les lignes médianes des bourrelets et des contreforts, on obtient, en imaginant le cylindre ramené à sa forme primitive, puis développé sur un plan, des hexagones accolés les uns aux autres. Dans chacun de ces hexagones, les côtés correspondant aux bourrelets sont égaux, et inclinés d'un même angle ξ sur la direction des génératrices du cylindre. Les côtés correspondant aux contreforts sont aussi égaux, et ils sont parallèles à cette même direction.

(¹) C'est la subvention que l'Académie a bien voulu mettre à ma disposition sur le fonds Bonaparte qui m'a permis de procéder à cette détermination.

Suivant les dimensions des cylindres, la nature du métal et la préparation des surfaces d'appui, les côtés de la section droite médiane de chaque assise de plis sont au nombre de deux, trois, quatre, cinq, six, etc.

Les plis ne se forment pas simultanément sur toute la hauteur du cylindre. Le plus généralement on distingue d'abord, sur toute la hauteur, des bourrelets circulaires n'ayant qu'un relief peu accentué; la déformation se localise ensuite dans les deux bourrelets extrêmes, dont le diamètre croît progressivement avec la pression.

Enfin, tandis que l'un de ces bourrelets demeure stationnaire, l'autre s'accentue et prend une forme polygonale dont la netteté augmente peu à peu, jusqu'à l'aplatissement complet de l'assise correspondante.

Les plis initiaux ont quelquefois une répartition hélicoïdale; mais la projection de leur ensemble sur un plan normal à l'axe donne alors le même contour polygonal que dans le cas précédent.

2° Avec des tubes à section elliptique on obtient également des plissements distribués régulièrement; mais, d'une part, les déformations ont pour plan de symétrie le plan passant par l'axe du tube et par le petit axe de l'ellipse; d'autre part, les plis sont d'inégale importance dans chaque assise, et les plus accusés sont ceux qui correspondent au plus grand rayon de courbure.

3° Un cylindre creux emboîté sur un mandrin et comprimé sur ses tranches se déforme suivant des plissements circulaires équidistants dont le nombre est fonction du diamètre, de l'épaisseur et de la nature du métal.

4° Un tube fermé aux deux bouts et rempli d'un liquide, puis comprimé dans le sens de sa longueur, forme aussi des bourrelets, combinés avec le gonflement du tube; le plus souvent, le raccourcissement est limité aux deux bourrelets voisins des bases et la partie médiane subit une dilatation uniforme; toute cette région se recouvre alors de réseaux hélicoïdaux.

5° La compression en long de tubes à section carrée produit, sur les faces parallèles, des saillants et des rentrants se succédant à intervalles égaux, disposés en regard les uns des autres sur les deux faces, et correspondant respectivement à des rentrants et à des saillants des deux autres faces. La section droite médiane de chaque plissement est par suite un rectangle à sommets arrondis et les rectangles de deux assises contiguës se projettent sur un plan normal à l'axe, en découpant entre eux un carré.

6° M. Schoentjes (¹) a déjà signalé que, lorsque l'on comprime des

---

(¹) *Sur les déformations que font naître dans un hémisphère creux métallique*

hémisphères de laiton entre deux plans parallèles, dont l'un est appuyé sur le grand cercle qui leur sert de base, la déformation commence par le sommet de l'hémisphère, qui s'appuie d'abord sur le plan de contact et se creuse ensuite au-dessous de ce plan en conservant la forme d'un solide de révolution. Mais, pour une valeur plus grande de l'aplatissement, le métal se plisse suivant des plans diamétraux, en continuant à s'éloigner de la surface de l'appui. Les plis ainsi formés sont également espacés, et leur nombre dépend, pour chaque métal, des dimensions de l'hémisphère. On observe des phénomènes analogues, quand l'hémisphère est attaqué avec des poinçons de formes variées.

En répétant ces expériences avec des hémisphères sectionnés parallèlement à leur base et formant des séries graduées, comme diamètre et comme épaisseur, j'ai constaté que, dans ces différents cas, la déformation de la calotte sphérique s'arrête, à partir d'une valeur déterminée du raccourcissement, et que l'aplatissement de l'hémisphère continue par le plissement de sa partie inférieure, dont la surface se comporte alors comme une surface cylindrique.

Dans toutes les expériences qui font l'objet de la présente Note, les plissements sont indépendants, comme forme et comme nombre, de la loi de croissance de l'effort; en particulier le choc, quelle qu'en soit la modalité, donne, pour des diminutions égales de la hauteur, les mêmes résultats que la pression lente.

L'un des procédés employés pour cette étude a consisté à cinématographier (¹) les pièces pendant l'opération de la compression, à raison de quinze images environ par seconde. La comparaison des images successives a fourni le moyen de se rendre compte de la progression des déformations avec une facilité et une précision que l'observation directe et les mesurages n'auraient pu procurer.

---

le choc et la pression d'un corps dur (*Bull. Acad. roy. de Belgique*, t. XX, 1890, p. 295, et t. XXXV, 1898, p. 270).

(¹) Les opérations de cinématographie ont été effectuées avec le concours de la Société des Établissements Gaumont.

PHYSIQUE. — *Évaporation des liquides assez fortement surchauffés en présence de leur vapeur.* Note de M. **Marcelin**, présentée par M. G. Lippmann.

L'étude de la vaporisation d'un liquide placé dans l'air ne renseigne que sur la diffusion de la couche de vapeur saturée qui surmonte ce liquide.

Gernez, pour étudier les vitesses d'évaporation, utilisa un dispositif, en principe, plus correct : *le liquide est placé seulement en présence de sa propre vapeur maintenue constamment à une pression inférieure à la tension maxima.*

Des recherches récentes m'ont montré qu'en fait cette méthode ne donne pas, même d'une manière approchée, la valeur vraie des vitesses d'évaporation ; le phénomène étudié, extrêmement rapide, est ici encore masqué par un autre beaucoup plus lent. Un liquide un peu surchauffé s'évapore certainement très vite; doit-on conclure de là qu'il passe instantanément à l'état de gaz? En aucune façon : *sa surface, par le jeu même de l'évaporation, se refroidit et se met en équilibre avec la vapeur qui le surmonte.* Dans ces conditions, *la quantité de liquide qui, dans un temps donné, prend la forme gazeuse, dépend seulement de l'afflux de chaleur à la surface.*

En général, il sera très difficile d'obtenir une valeur exacte de cet afflux de chaleur, ce n'est que dans des cas très particuliers que son évaluation pourra se faire d'une manière simple; j'indiquerai ici l'un d'eux à titre d'exemple.

Évaporation dans des tubes étroits et très minces. — Le liquide étudié est placé dans un tube de verre de rayon r très petit (moins de $1^{mm},5$); un tube de dégagement amenant la vapeur sous une colonne de mercure de hauteur fixée, la pression P qu'exerce cette vapeur dans l'appareil est connue. Le tout est plongé dans un bain de température T_B; la vitesse d'évaporation v se mesurait en observant l'abaissement du liquide dans le tube à expérience.

Dans un tube très étroit l'apport de chaleur se fait surtout par la paroi; en effet, d'une part, la mobilité du liquide est très faible; d'autre part, la section proportionnelle au carré du rayon est négligeable devant le périmètre qui, lui, est proportionnel au rayon.

La surface du liquide étant à la température T_P pour laquelle il y a équilibre entre la vapeur à la pression P et le liquide, on peut écrire en

première approximation que la chaleur Q qui entre dans le tube par unité de temps est égale à

$$Q = \alpha r (T_B - T_P),$$

α désignant une constante.

D'autre part, le refroidissement produit dans le même temps par l'évaporation est

$$Q = \pi r^2 v d L_P,$$

d désignant la densité du liquide et L_P sa chaleur latente à la température T_P de sa surface.

En égalant ces deux expressions, il vient

$$v = \frac{M(T_B - T_P)}{r d L_P},$$

M étant une constante.

Cette formule est vérifiée par l'expérience au degré d'approximation que l'on peut en attendre.

1° *La vitesse d'évaporation est une fonction très sensiblement linéaire de la température* T_B *du bain.*

Exemple. — Liquide étudié : *Éther.* Diamètre extérieur du tube de verre, $0^{mm},22$; diamètre intérieur, $0^{mm},15$; pression de la vapeur dans l'appareil, $P = 80^{cm}$ de mercure. Température d'équilibre correspondante, $T_P = 36°,4$.

Température du bain T_B...	42°,7	47°,5	51°,8	60°,9	63°,7
Vitesse en cm : sec........	0,064	0,109	0,182	0,238	0,260
$10^4 \frac{v}{T_B - T_P}$	101	98	93	97	95

Les valeurs de v mentionnées ici sont les plus grandes que j'ai pu déterminer; on pourra donc les prendre comme une *limite très inférieure* des vitesses vraies d'évaporation.

Dans des tubes plus larges les vitesses sont beaucoup moindres. Dans un tube de $3^{mm},33$ de diamètre extérieur et de $2^{mm},63$ de diamètre intérieur, les vitesses sont plus de dix fois plus petites pour les mêmes conditions de température et de pression.

La droite qui donne v en fonction de la température coupe l'axe des températures au point T_P; cette droite se déterminant très facilement, on voit qu'*il y a là un moyen commode pour la mesure des tensions de vapeur d'un* LIQUIDE PUR.

2° Si, dans les mêmes conditions de température et de pression, on mesure les vitesses d'évaporation v_1 et v_2 dans des tubes *minces de même épaisseur* mais de rayons différents r_1 et r_2, on doit avoir

$$v_1 r_1 = v_2 r_2.$$

Voici, avec de l'éther, les valeurs obtenues à 55° sous la pression de 80^{cm} de mercure pour deux tubes minces de même épaisseur, $0^{mm},29$:

Premier tube........	$v_1 = 0,0171$ cm : s	$r_1 = 1^{mm},28$	$v_1 r_1 = 0,022$
Deuxième tube......	$v_2 = 0,0242$ cm : s	$r_2 = 0^{mm},86$	$v_2 r_2 = 0,021$

La vitesse d'évaporation diminue lorsque l'épaisseur des parois augmente.

3° La vitesse d'évaporation d'un liquide A ayant été étudiée dans un tube, la formule donnée permet de prévoir la vitesse d'évaporation d'un autre liquide B dans ce même tube; à la condition, du moins, de connaître pour les deux liquides la densité et la chaleur latente.

Les vérifications tentées dans ce sens sont exactes à 5 pour 100 près.

Il résulte de l'étude précédente que l'*on ne peut espérer mesurer les vitesses vraies d'évaporation (et aussi de sublimation) qu'en se plaçant dans des conditions où elles sont relativement lentes*. Je poursuis actuellement une série de recherches sur les liquides et les solides *très faiblement surchauffés.*

PHYSIQUE. — *Essai d'une méthode qui permet de déduire le rapport des chaleurs spécifiques des gaz de mesures de volumes.* Note de M. M. **Guéritot**, présentée par M. E. Bouty.

Si un volume de gaz V_1 est comprimé à température constante, son volume et sa pression variant de ΔV_1 et ΔP_1; si un autre volume V_2 du même gaz, pris dans les mêmes conditions de température et de pression, est comprimé sans échange de chaleur; et si, de plus, $\frac{\Delta V_1}{V_1}$ et $\frac{\Delta V_2}{V_2}$ sont suffisamment petits, les variations de volume et de pression sont liées par la relation

$$\frac{C}{c} = \frac{\frac{1}{V_1}\frac{\Delta V_1}{\Delta P_1}}{\frac{1}{V_2}\frac{\Delta V_2}{\Delta P_2}}.$$

Cette relation, indépendante de la loi de compressibilité du gaz, peut être utilisée de différentes façons pour mesurer $\frac{C}{c}$.

Avec un appareil construit de telle sorte que $V_1 = V_2$ et $\Delta V_1 = \Delta V_2$, le rapport $\frac{C}{c}$ est donné par le quotient des deux accroissements de pression. C'est la méthode la plus souvent employée pour mesurer $\frac{C}{c}$.

Au contraire, avec un appareil construit de telle sorte que $\Delta P_1 = \Delta P_2$, la mesure de $\frac{C}{c}$ est ramenée à des mesures de volumes, car dans ce cas la relation précédente devient

$$\frac{C}{c} = \frac{V_2}{V_1}\frac{\Delta V_1}{\Delta V_2}.$$

J'ai construit un appareil qui m'a permis de mesurer $\frac{C}{c}$ par cette méthode pour l'air et l'acide carbonique. La concordance des nombres ainsi obtenus avec ceux obtenus par d'autres méthodes a été satisfaisante. L'appareil est figuré ici schématiquement. J'ai été guidé, pour les détails de sa construction, par les dispositions imaginées par M. Maneuvrier pour mesurer $\frac{C}{c}$ (1).

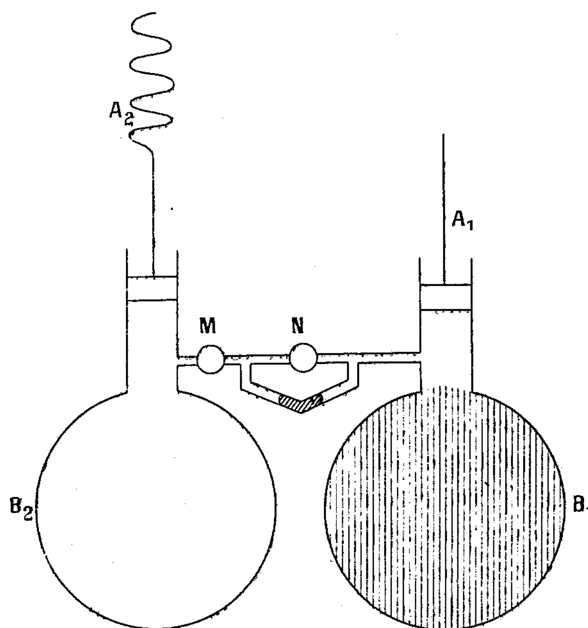
Le gaz à étudier est renfermé dans deux ballons B_1 et B_2 placés dans une enceinte à température constante. Le ballon B_1 est destiné à la compression isotherme. Pour accélérer le retour de la température du gaz à sa valeur initiale après l'échauffement dû à la compression, le ballon est rempli de fils de fer qui multiplient la surface de paroi en contact avec le gaz. Le ballon B_2 est destiné à la compression adiabatique. Il offre une surface de paroi minima et son piston est déplacé très rapidement, mû par un ressort. Les deux ballons sont réunis par un tube portant un manoscope. En N se trouve un robinet ordinaire. En M se trouve un robinet qui peut être tourné soit à la main, soit à l'aide d'un ressort qui, déclenché par un électro-aimant, lui fait faire un demi-tour, de sorte qu'il ne reste alors ouvert que pendant la durée très courte du passage de la lumière du robinet devant l'orifice du tube réunissant les deux ballons.

Une mesure s'exécute de la façon suivante :

Au départ, les robinets M et N sont ouverts et le gaz se trouve à la même température et à la même pression dans les deux ballons. On ferme le robinet M. On déplace le piston A_1. Puis, après une attente suffisante pour que le gaz B_1 soit revenu à sa température initiale, on ferme le robinet N et l'on déclenche le ressort, qui déplace brusquement le piston A_2. Celui-ci, en arrivant à fond de course, établit un courant électrique qui commande instantanément le robinet M. Par tâtonnement, on règle les

(1) *Thèse de Physique*, Paris, 1895, Gauthier-Villars.

courses des pistons de telle sorte que, dans une expérience, l'index du manoscope ne se déplace pas pendant la courte durée d'ouverture du robinet M. Alors on a réalisé



des compressions isothermes et adiabatiques égales, $\Delta P_1 = \Delta p_2$ et il suffit de mesurer les déplacements des pistons pour pouvoir calculer $\frac{C}{c}$ d'après la formule précédente.

Avec des ballons de 60[l] de capacité, des cylindres de 5[cm] de diamètre et des courses de pistons variant de 5[cm] à 10[cm], avec une durée de déplacement du piston A_2 de 0,06 seconde et une durée d'ouverture du robinet M de 0,04 seconde, on a trouvé, dans les conditions normales de température et de pression :

	$\frac{C}{c}$.
Pour l'air ordinaire renfermant CO^2 et H^2O	$1,39_4$
Pour l'air sec et sans CO^2	$1,40_3$
Pour CO^2 sec renfermant 0,005 d'air	$1,29_1$

Cette méthode a été imaginée pour mesurer directement $\frac{C}{c}$ à des pressions et à des températures élevées.

L'appareil est complètement clos et la pression du gaz qu'il renferme ne change rien à son fonctionnement. Enfin tout l'appareil peut être placé dans un thermostat chauffé à une température quelconque.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la perméabilité du fer pour l'hydrogène.* Note de MM. G. **Charpy** et S. **Bonnerot**, présentée par M. Le Chatelier.

On sait depuis longtemps, notamment par les recherches de MM. Sainte-Claire Deville et Troost et par celles de M. Cailletet, que le fer se laisse traverser par l'hydrogène, soit à température élevée, soit même à froid lorsque l'hydrogène est produit au contact même du métal, par action d'un acide ou par électrolyse; mais les expériences effectuées sur ce sujet ne comportent pas de déterminations quantitatives; nous avons cru utile de reprendre l'étude de ce phénomène qui joue certainement un rôle dans la question des gaz occlus par les aciers et qui, en dehors de son intérêt propre, pourrait apporter quelques éclaircissements sur le mécanisme des phénomènes osmotiques en général.

Le fer paraît, en effet, constituer vis-à-vis d'un mélange de gaz contenant de l'hydrogène, une paroi rigoureusement semi-perméable. La vérification de ce fait présente quelques difficultés provenant de ce que, aux températures où se manifeste la perméabilité, les fers et aciers placés dans le vide laissent dégager de gaz d'une façon presque indéfinie.

Nous avons employé des tubes en acier doux, obtenus par forages de barres pleines de 20^{mm} de diamètre, pour être sûrs d'éviter toute solution de continuité. Ces tubes avaient une épaisseur de paroi de 3^{mm} environ et présentaient une paroi amincie à $0^{mm},5$ en général, soit sur la base, soit sur une partie cylindrique. L'intérieur du tube était en communication avec une pompe à mercure qui permettait d'en extraire les gaz et d'y maintenir une pression constante. Le tube était placé à l'intérieur d'un tube en porcelaine qu'un four électrique à résistance permettait de chauffer à une température déterminée et dans lequel on pouvait faire circuler divers gaz.

Si, dans ces conditions, on fait le vide dans le tube d'acier en faisant circuler autour de l'azote pur, on constate que le faible dégagement gazeux observé au début va en diminuant, se comporte exactement comme les dégagements de gaz fournis par les aciers chauffés dans le vide et correspond à une vitesse du même ordre de grandeur. On est donc conduit à conclure que l'azote ne traverse pas les parois d'acier; nous avons vérifié le résultat jusqu'à 800° et en maintenant la pression intérieure pendant plusieurs jours à moins de $0^{mm},1$ de mercure. Si, au contraire, on fait passer autour du tube d'acier un mélange gazeux contenant de l'hydrogène, on constate que ce gaz traverse la paroi avec une vitesse qui dépend de l'épaisseur et surtout de la température, jusqu'à ce que la pression de l'hydrogène soit la même de part et d'autre de la paroi métallique. En faisant varier la pression au moyen de la pompe, on peut donc à volonté accélérer ou retarder le passage de l'hydrogène et en renverser le sens.

L'osmose est pratiquement nulle au-dessous de 325° environ, dans les

conditions où nous avons opéré. Avec un même appareil, porté successivement à des températures croissantes, en maintenant à l'extérieur de l'hydrogène pur à la pression atmosphérique et à l'intérieur une pression de $0^{mm},2$ environ, nous avons obtenu les vitesses de passage indiquées ci-dessous, en centimètres cubes de gaz recueillis par heure :

A 350°	1,1 cm^3
A 450	3,2
A 550	8,5
A 750	30,0
A 850	42,0

D'autre part, en comparant dans les mêmes conditions deux tubes dans lesquels les parois amincies avaient respectivement $0^{mm},5$ et 2^{mm}, nous avons obtenu une vitesse de passage à peu près trois fois plus grande dans le premier cas que dans le second. Ces chiffres, que nous cherchons actuellement à préciser par de nouveaux essais, n'ont pas de valeur absolue parce que, dans les expériences prolongées, toutes les régions du tube interviennent et que l'osmose se produit par suite à travers des parois d'épaisseur variable et portées à des températures variables; ils donnent néanmoins une première idée de la grandeur du phénomène.

Le phénomène de l'osmose à froid de l'hydrogène naissant est très différent, notamment en ce qu'il est irréversible. On peut l'observer, soit en plaçant la membrane en expérience dans un liquide acide qui l'attaque en dégageant de l'hydrogène, soit en prenant cette membrane comme électrode négative dans un voltamètre avec une solution de soude comme électrolyte. Nous avons employé presque exclusivement ce dernier procédé qui permet seul des expériences prolongées, puisqu'il ne produit pas d'altération de la membrane. Encore faut-il employer certaines précautions pour éviter à coup sûr toute altération, attaque ou dépôt superficiel, notamment n'employer que de la soude pure et ne mettre que du platine au contact du liquide en dehors de la membrane en expérience.

Le dispositif que nous avons employé comportait un tube d'acier préparé comme il est dit plus haut et dont l'intérieur pouvait être mis en communication avec une pompe ou avec un manomètre métallique.

Nous avons constaté que l'osmose se produit avec le fer et l'acier de différentes nuances et qu'elle paraît nulle avec le cuivre. L'osmose ne se produit que si l'hydrogène est dégagé sur la membrane même; si l'on place celle-ci à quelques millimètres au-dessus de l'électrode négative, l'osmose ne se produit plus.

La vitesse de passage, toutes choses égales d'ailleurs, varie avec l'épaisseur de la membrane et avec la nature du métal; la pression intérieure paraît diminuer aussi la vitesse de passage, quoique d'une façon très variable, suivant le métal employé; mais le fait qui nous paraît surtout mériter d'être signalé, c'est que l'osmose se continue même avec des pressions intérieures relativement élevées.

Les expériences que nous avons effectuées jusqu'ici, pour déterminer s'il y avait une pression intérieure capable de limiter le phénomène et dont quelques-unes ont duré plus de deux mois, ont toujours été interrompues par la formation d'une fissure dans le métal ou dans l'une des soudures, mais elles montraient une augmentation continue quoique très lente de la pression intérieure. La pression la plus élevée que nous ayons pu mesurer atteignait 14^{atm} et l'osmose ne semblait pas avoir tendance à s'arrêter. Dans des expériences qualitatives, nous avons observé des déformations permanentes des membranes qui correspondaient certainement à une pression notablement supérieure. On peut donc dire que, s'il y a une pression intérieure qui limite l'osmose de l'hydrogène naissant à travers le fer, elle est sensiblement supérieure à 14^{atm}.

Les différents résultats obtenus paraissent d'accord avec l'hypothèse de la formation d'une solution d'hydrogène dans le fer. Nous comptons revenir, après de nouvelles expériences, sur cette interprétation, ainsi que sur certains faits qui indiquent que l'hydrogène acquiert une activité chimique spéciale en traversant le fer.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la comparaison des molécules gazeuse et dissoute.* Note de M. **P. Langevin**, présentée par M. E. Bouty.

Dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* des 29 janvier et 12 février, M. Colson compare les lois de dissociation du peroxyde d'azote gazeux et dissous dans le chloroforme; il croit pouvoir conclure à une différence et en tirer une confirmation de ses idées, contraires à la théorie classique des solutions, ainsi que la réponse à une objection que je lui ai adressée.

Je ne suis d'accord avec M. Colson ni sur les faits, ni sur les idées. Voyons d'abord les faits.

Il résulte des mesures de densité gazeuse du peroxyde d'azote faites par M. Natanson et que M. Colson s'est donné la peine de reprendre, que

la loi d'action de masse est bien vérifiée quand on admet dans le gaz la présence simultanée de molécules Az^2O^4 et AzO^2.

En partant des mesures colorimétriques faites par M. Cundall sur les solutions chloroformiques de peroxyde d'azote, et en admettant que la réaction de dissociation a lieu entre les mêmes molécules que dans le gaz, M. Ostwald a obtenu encore une bonne confirmation de la loi d'action de masse *pour des solutions suffisamment diluées*, comme le montrent les chiffres suivants, extraits du même Tableau que ceux cités par M. Colson dans sa Note du 29 janvier :

Taux volum. de la solution....	2,5	2	1,6	1,4	0,8
Valeur de la constante........	104	98	104	106	100

La concordance peut être considérée comme excellente, étant donnée la difficulté des mesures colorimétriques, et le fait que le résultat de ces mesures intervient par son carré dans le calcul de la constante.

Les divergences soulignées par M. Colson proviennent toutes de solutions plus concentrées que les précédentes; l'écart le plus important, correspondant à la valeur 143 de la constante, est relatif à une solution contenant un *dixième* de son volume de peroxyde d'azote liquide, c'est-à-dire à un milieu très différent de celui des solutions diluées, et la théorie ne prévoit nullement que la loi d'action de masse doive se vérifier dans ces conditions.

Cette dernière solution est à peu près une solution normale de peroxyde Az^2O^4, c'est-à-dire correspond à une pression osmotique supérieure à 20^{atm}, alors que les expériences relatives à l'état gazeux ont toutes été faites sous des pressions inférieures à 1^{atm}. Il conviendrait, me semble-t-il, de se placer, pour le gaz et la solution, dans des conditions comparables, et les résultats que j'ai rappelés montrent qu'en solution diluée, comme à l'état gazeux, la dissociation du peroxyde d'azote suit exactement la même loi d'action de masse. Il est donc raisonnable d'en conclure que les mêmes molécules Az^2O^4 et AzO^2 interviennent dans un cas comme dans l'autre.

Au point de vue des idées, il me semble que M. Colson s'est mépris sur le sens de mon objection. Loin d'être basé, comme il le dit, sur une assimilation de la particule dissoute et de la molécule, mon raisonnement *aboutit* à cette assimilation pour les substances dont la pression osmotique est égale à la pression gazeuse dans les mêmes conditions de température et de concentration. J'ai simplement rappelé que le théorème d'équipartition, fondamental en théorie cinétique, exige que l'énergie cinétique moyenne

de translation soit la même pour toutes les particules, gazeuses ou dissoutes, quelle que soit leur nature. Son exactitude a d'ailleurs été vérifiée expérimentalement jusque pour les énormes particules étudiées par M. Perrin. Il en résulte que la constante de Van 't Hoff, dans l'expression de la pression osmotique, doit être égale à la constante R des gaz parfaits et non double comme le suppose M. Colson, ni triple, quadruple, etc., comme il devrait le supposer pour n'être en aucun cas obligé d'admettre la dissociation électrolytique.

J'avoue enfin ne pas comprendre les arguments que M. Colson tire de considérations thermiques : il n'est pas surprenant que le phénomène thermique accompagnant la dissolution d'une substance diffère de celui qui accompagne sa vaporisation dans le même volume. La présence du solvant change les conditions si profondément qu'on ne peut songer à comparer la chaleur latente de vaporisation et la chaleur de dissolution. Dans le premier cas il n'intervient que les actions de cohésion entre les molécules de la substance vaporisée, dans le second les actions entre solvant et corps dissous jouent un rôle essentiel. La théorie exige seulement, et l'expérience confirme, que l'énergie moyenne d'agitation ne change pas.

Pour la même raison, je ne comprends pas l'argument relatif aux transformations du phosphore.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organométalliques mixtes du zinc. Cycloacétals mixtes.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

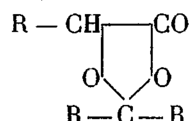
Les acides-alcools α peuvent être facilement transformés en chlorures d'acides, si l'on a soin de protéger la fonction alcool par une éthérification préalable. Les chlorures ainsi obtenus devraient réagir, normalement, sur les dérivés organo-zinciques mixtes pour donner les éthers de cétones-alcools α. J'ai déjà montré, antérieurement, que ce procédé est applicable à la préparation des cétones β :



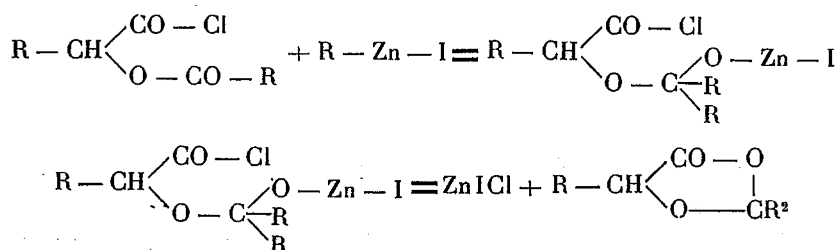
$$R-CH(O-CO-R)COCl + R-Zn-I = ZnICl + R-CH(O-CO-R)-CO-R.$$

Mais l'expérience montre que la réaction s'effectue dans un autre sens. On obtient des composés qui répondent bien à la formule prévue, mais dont la constitution est toute différente. Leur hydrolyse au moyen des alcalis donne, en effet, non pas un acide et une cétone-alcool α, mais une

cétone à fonction simple, avec régénération de l'acide-alcool primitif. La cétone obtenue dérive d'ailleurs de l'alcoyle du composé organométallique et de l'acidyle qui éthérifie la fonction alcool de l'acide-alcool. Ce dédoublement suffit à établir la constitution du produit de la réaction et qui ne peut être que la suivante :

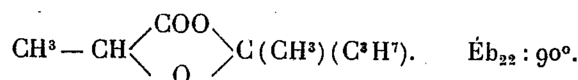


La formation de tels corps s'explique d'ailleurs aisément. En effet, le dérivé organométallique porte son action, non pas sur la fonction chlorure d'acide, mais sur le groupement CO de la fonction éther-sel et, par élimination consécutive d'un sel de zinc aux dépens de l'atome d'halogène de la fonction chlorure d'acide, on obtient un composé à chaîne fermée qui possède précisément la constitution précédente :

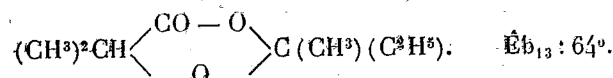


Les corps de ce type, actuellement connus, sont fort peu nombreux et dérivent d'ailleurs, non pas de cétones, mais d'aldéhydes. On ne peut guère citer que le chloralide, l'éther éthylidène lactique, l'éther trichloréthylidène lactique et l'éther trichlorétylidène-glycolique, qu'on obtient par des procédés tout différents et non utilisables, au point de vue synthétique. Ils ne portent d'ailleurs pas de nom générique et pour la commodité du langage je les désignerai sous celui de *cycloacétates mixtes*. On peut en effet les envisager comme des acétals cycliques mixtes (éthers-sels et éthers-oxydes) dérivés des cétones et des aldéhydes.

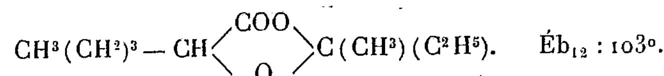
Cycloacétal lactique de la méthyl-n-propylcétone,



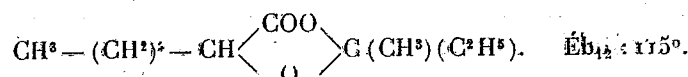
Cycloacétal oxyisobutyrique de la méthyl-éthylcétone,



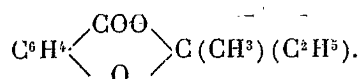
Cycloacétal oxycaproïque de la méthyl-éthylcétone,



Cycloacétal oxyheptylique de la méthyl-éthylcétone,



La propriété de fournir des cycloacétals appartient également aux chlorures d'acides-éthers-sels dérivés des acides-phénols ortho. C'est ainsi que le chlorure de l'acide acétylsalicylique donne par action de l'iodure de zinc-éthyle, le *cycloacétal salicylique de la méthyl-éthylcétone*

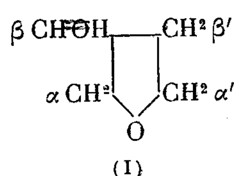


Le chlorure *p*-acétoxybenzoïque se comporte, au contraire, normalement.

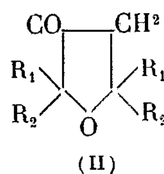
En dehors de l'intérêt qui s'attache à leur formation, les cycloacétals seraient sans utilité pratique s'ils conduisaient seulement, par leur dédoublement hydrolytique, à des cétones à fonction simple, ces cétones pouvant toujours être obtenues, directement, par action des chlorures d'acides sur les dérivés organozinciques mixtes. Mais leur emploi se trouve tout indiqué dans les cas assez nombreux où les chlorures d'acides à fonction complexe réagissent d'une manière anormale sur les dérivés organométalliques du zinc. C'est ainsi qu'on ne peut obtenir la chlorométhylpropylcétone qu'à l'état de traces, par action du chlorure de chloracétyle sur l'iodure de zinc propyle. Mais si l'on condense le chlorure chloracétyllactique avec le même dérivé organozincique, on obtient le cycloacétal correspondant, dont le dédoublement hydrolytique fournit aisément la cétone cherchée. Je montrerai dans des Notes ultérieures que cette méthode indirecte permet de préparer synthétiquement de nombreux corps, appartenant à des séries fort diverses : aldéhydes, cétones mono- et polyhalogénées, acides α-cétoniques, etc.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les oxyhydrofuranes*. Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

L'*oxyhydrofurane* (I) a été obtenu il y a peu de temps par M. Pariselle ([1]). Possédant un procédé aisé de préparation de quelques *cétohydrofuranes* (II), procédé que j'ai décrit dans deux Notes récentes ([2]), il m'a



(I)



(II)

semblé intéressant d'essayer d'obtenir, à partir de ces corps, quelques homologues de l'oxyfurfurane. Deux voies étaient indiquées pour atteindre le but poursuivi, l'une conduisant aux oxyfuranes à fonction alcool secondaire, l'autre aux dérivés à fonction alcool tertiaire.

A. *Oxyhydrofuranes à fonction alcool secondaire.* — On peut prévoir la formation de tels corps par l'hydrogénation des cétohydrofuranes.

Les essais d'hydrogénation par le zinc et la potasse ou l'ammoniaque, ou par l'amalgame de sodium, ou bien encore par l'hydrogène en présence de mousse de platine, n'ont pas eu d'action. L'*éthylate de sodium* vers 120° donne un produit rouge, parfois extrêmement coloré ; ce produit détruit par l'eau et neutralisé donne, dans le cas du *tétraméthylcétofurane*, 30 pour 100 environ de l'oxyfurane cherché, puis des produits extrêmement visqueux bouillant très haut.

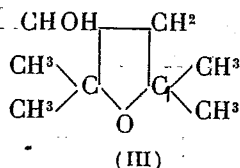
L'hydrogénation par le sodium et l'alcool nous a donné des résultats satisfaisants dans deux cas, négatifs dans le troisième cas étudié; dans ce dernier, relatif au *diméthylcétofurane*, je n'ai obtenu que des produits visqueux à point d'ébullition très élevé.

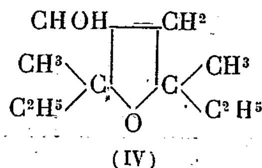
Le *tétraméthyl-* et le *diméthyl-diéthyl-cétohydrofuranes* nous ont, par ce procédé, fourni les deux dérivés suivants :

1° Le *tétraméthyl-oxyhydrofurane* (III), obtenu avec un rendement de 80 pour 100, est un liquide incolore, visqueux, peu soluble dans l'eau, bouillant à 84° sous 15^{mm}; $D_{17} = 0,9483$; $n_D = 1,4435$; R_M 40,295 (calc. : 40,088).

([1]) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 296.
([2]) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1486 ; t. 153, 1911, p. 275.

Son *uréthane* fond à 123°.





Son *éther acétique* est un liquide incolore, fluide, à odeur agréable, bouillant à 181°-182°; $D_{15} = 0,9587$; $n_D = 1,4256$; $R_M = 49,67$ (calc. : 49,58).

Il donne également un *phtalate acide fusible à* 139°-141°.

2° Le *diméthyl-diéthyl-oxyhydrofurane* (IV) obtenu avec un rendement de 60 pour 100 est un liquide incolore, visqueux, bouillant à 107° sous 19mm; $D_{15} = 0,9539$; $n_D = 1,4547$; $R_M = 48,90$ (calc. : 49,23).

Il donne un *éther acétique*, liquide incolore, fluide, bouillant à 97°-98° sous 15mm; $D_{15} = 0,9589$; $n = 1,4382$; $R_M = 58,61$ (calc. : 58,77).

B. *Oxyhydrofuranes à fonction alcool tertiaire*. — On pouvait espérer obtenir de tels corps par l'action des *cétofuranes* sur les magnésiens. Mais la tendance très grande que la fonction cétonique a à s'énoliser (voir Notes antérieures) permet aussi de concevoir une autre forme d'action avec mise en liberté de carbure. L'expérience confirme ces prévisions :

I. *Dérivés du diméthyl-αα'-cétohydrofurane*. — Dans son action sur les magnésiens, ce corps agit, en majeure partie, sous la forme cétonique, donnant, par suite, naissance à des dérivés de l'oxyhydrofurane. Voici quelques corps ainsi préparés :

1° Le *triméthyl-αα'β-oxy-β-hydrofurane* est un liquide visqueux, bouillant à 71°-73° sous 16mm ou à 171°-173° sous 755mm. $D_{21} = 0,9719$; $n_D = 1,4420$; $R_M = 35,392$ (calc. : 35,425). Rendement : 60 pour 100.

2° L'*éthyl-β-diméthyl-αα'-oxy-β-hydrofurane* est un liquide visqueux, distillant à 79°-81° sous 16mm. $D_{21} = 0,9693$; $n_D = 1,4485$; $R_M = 39,82$ (théorie : 40,12).

3° Le *phényl-β-diméthyl-αα'-oxyhydrofurane* (rendement de 50 pour 100) est un liquide très visqueux, bouillant à 138°-140° sous 16mm; $D_{20} = 1,0827$; $n_D = 1,5310$; $R_M = 54,92$ (théorie : 55,15).

4° Le *benzyl-β-diméthyl-αα'-oxyhydrofurane*, extrêmement visqueux, bout à 146°-147° sous 15mm; $D_{15} = 1,0598$; $n_D = 1,5251$; $R_M = 54,92$ (calc. : 55,15).

5° Le *p-tolyl-β-diméthyl-αα'-oxyhydrofurane*, extrêmement visqueux, bout à 149°-150° sous 15mm, toujours souillé de traces de produits secondaires : $D_{15} = 1,0456$; $n_D = 1,5288$; $R_M = 61,04$ (calc. : 59,75).

II. *Dérivés du tétraméthylcétofurane*. — Dans la majorité des cas, ce

corps agit sur les magnésiens sous sa forme énolique avec mise en liberté de carbure : il en est ainsi pour les bromures d'éthyl, de propyl, d'isobutyl, de phényl, de *p*-tolylmagnésium.

Dans le cas du bromure d'éthylmagnésium, j'ai pu recueillir la quantité presque théorique d'éthane, fait d'autant plus curieux que pour le bromure de méthylmagnésium la réaction a lieu presque quantitativement sous la forme cétonique.

Dans trois cas seulement, j'ai obtenu les *oxyfuranes* attendus; dans l'action des bromures de *méthyl*, d'*acétylène* et de *benzylmagnésium*.

Les deux produits ont été décrits dans les Mémoires précédents; le troisième est le *benzyl-β-tétraméthyl-αα'-oxy-β-furane*, beau corps cristallisé blanc, fondant à 89°, obtenu avec un très bon rendement.

III. *Action du diméthyldiéthylcétofurane sur les magnésiens.* — Dans tous les cas étudiés, cette action a eu lieu quantitativement sous la forme énolique.

En résumé, les deux méthodes précédentes nous permettent d'obtenir, aisément, un certain nombre d'*oxyfuranes*. L'action des magnésiens sur les cétofuranes met, en outre, en relief l'extrême facilité d'énolisation de la fonction cétonique dans ces dérivés, facilité grâce à laquelle la réaction peut changer complètement de direction quand on passe d'un dérivé magnésien à son homologue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés halogénés des oxydes phénoliques.* Note (1) de MM. **A. Mailhe** et **M. Murat**, présentée par M. Ch. Moureu.

Dans une série de Communications antérieures (2), l'un de nous a montré, en collaboration avec M. P. Sabatier, que la thorine possédait un pouvoir catalyseur de premier ordre, permettant d'effectuer un très grand nombre de synthèses : amines, thiols, oxydes phénoliques simples et mixtes, éthers-sels, etc. Par l'emploi de ce catalyseur, M. Senderens (3) a pu généraliser la méthode de préparation des cétones que Squibb (4) avait fait connaître

(1) Présentée dans la séance du 19 février 1912.

(2) P. Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 148, p. 898, 1734; t. 150, p. 823, 1217; t. 151, p. 359, 492; t. 152, p. 358, 494, 669, 1044, 1212.

(3) Senderens, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 905.

(4) Squibb, *Journ. of the Soc. of Chem. Industry*, t. XIV, 1901, p. 506; t. XV, 1901, p. 612.

pour la préparation de l'acétone ordinaire à partir de l'acide acétique catalysé sur le carbonate de baryum, et il l'a étendue à la formation des cétones mixtes. M. Gaudron [1] l'a utilisée pour la préparation des N. alcoyl-pipéridines par action des alcools sur la pipéridine.

Parmi les nombreuses synthèses effectuées par la thorine, l'une des plus précieuses paraît être la transformation du phénol et de ses homologues en oxydes phénoliques correspondants. On sait avec quelles difficultés l'on obtient l'oxyde de phényle $C^6H^5OC^6H^5$ par la distillation du phénate d'aluminium ou du benzoate de cuivre, et l'on comprend que l'étude de ce corps soit très incomplète. La difficulté de préparation des oxydes de crésyle est encore beaucoup plus grande, et ces corps sont aussi très mal étudiés.

Nous avons pu obtenir une très grande quantité de ces composés en appliquant la méthode que l'un de nous a fait connaître avec M. Sabatier [2], et nous avons préparé leurs dérivés chlorés et bromés.

Jusque dans ces derniers temps, la littérature chimique n'a fait mention que du dérivé dibromé de l'oxyde de phényle [3]. Récemment, Cook [4] a préparé le dérivé tétrabromé de ce corps, et les dérivés dibromés des oxydes de métacrésyle et de paracrésyle. Nous avons étudié successivement la préparation des dérivés chlorés et bromés de l'oxyde de phényle et des oxydes de crésyle.

I. *Dérivés de l'oxyde de phényle.* — Lorsqu'on dirige un courant de chlore dans une solution d'oxyde de phényle dans le tétrachlorure de carbone en présence d'une petite quantité d'iode, qui favorise la réaction, on obtient un abondant dégagement de gaz chlorhydrique. La solution, lavée à l'eau et à la potasse, est débarrassée du tétrachlorure de carbone, et le résidu liquide, soumis à une distillation fractionnée très soignée, a donné un liquide incolore bouillant à 284° sous 760^{mm}.

Sa densité, $D_{15} = 1,2026$; l'indice $n_D = 1,599$; ce qui donne un pouvoir réfringent de 58,0. La formule $C^6H^5OC^6H^4Cl$ donne par la somme des pouvoirs réfringents atomiques 57,5. Le dosage du chlore correspond à ce dérivé.

L'oxyde de phényle monochloré, ainsi obtenu pour la première fois, est un liquide incolore très stable, pouvant être distillé sans décomposition. Hydrogéné sur le nickel, il est détruit en acide chlorhydrique et oxyde de phényle :



$$C^6H^5OC^6H^4Cl + H^2 = HCl + C^6H^5OC^6H^5.$$

Toutes les analogies permettent de prévoir que l'attache du chlore s'est faite en para.

---

(1) Gaudron, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 417.

(2) P. Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 151, p. 359 et 492.

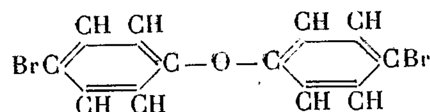
(3) *Berichte*, t. XIV, p. 191; t. XV, p. 1124.

(4) Cook, *Amer. Chem. Soc.*, t. XXXII, 1910, p. 1285; t. XXXIII, 1911, p. 254.

Après la séparation du dérivé monochloré, il reste un liquide qui bout jusqu'à 320°; d'où l'on sépare une portion très abondante de liquide entre 312°-315°. C'est le dérivé dichloré dipara.

La préparation des dérivés monobromé et dibromé de l'oxyde de phényle se fait aussi très aisément. Le fractionnement, commencé sous pression réduite, puis terminé à la pression ordinaire, fournit un liquide bouillant à 305°. C'est l'*oxyde de phényle monobromé para*, $C^6H^5OC^6H^4Br$.

Le résidu provenant de la séparation de l'oxyde de phényle parabromé passe entièrement à 338°-340° et fond à 54°. C'est le dérivé dibromé dipara de l'oxyde de phényle :



Sauf ce dérivé dibromé, qui a été indiqué avec un point d'ébullition trop élevé (360°), les autres dérivés chlorés et bromés de l'oxyde de phényle ont été isolés pour la première fois.

II. *Dérivés des oxydes de crésyle.* — Les oxydes de crésyle, $C^6H^4\!\overset{\diagup CH^3}{-}O.C^6H^4CH^3$ se préparent aussi très aisément par la méthode de Sabatier et Mailhe à l'aide de la thorine. Nous avons obtenu une quantité notable des oxydes d'orthocrésyle, de métacrésyle et de paracrésyle, à partir des trois crésols correspondants et nous avons préparé leurs dérivés chlorés et bromés.

L'*oxyde d'orthocrésyle*, soumis à l'action du chlore, a donné un liquide stable qui, après distillation fractionnée, a fourni deux portions très nettes, l'une bouillant à 308°-310°, c'est l'*oxyde d'orthocrésyle monochloré*, $C^6H^4\!\overset{\diagup CH^3}{-}O.C^6H^3\!\left\langle\begin{matrix}Cl\\CH^3\end{matrix}\right.$.

La seconde portion est formée par un liquide visqueux, bouillant à 338°-330° à la pression ordinaire. C'est le dérivé *dichloré de l'oxyde d'orthocrésyle*.

Dans les mêmes conditions, le brome fournit l'*oxyde de métacrésyle monobromé*, bouillant à 330° sous 670^{mm} ($D_{10} = 1,4162$) et l'*oxyde de métacrésyle bibromé* déjà obtenu par Cook.

L'*oxyde de paracrésyle* nous a conduits de la même manière à deux dérivés chlorés : l'*oxyde de paracrésyle monochloré*, bouillant à 315° sous 760^{mm}, et l'*oxyde de paracrésyle dichloré*, distillant à 240°-245° sous 20^{mm} ($D_{10} = 1,1800$). D'après les analogies de substitution du chlore dans le crésol para, nous pensons que le chlore s'est placé dans chaque noyau en position ortho par rapport à l'oxygène ($D_{10} = 1,3007$).

Enfin, le brome fournit aussi l'oxyde de *paracrésyle monobromé*, bouillant à 330°-333° sous 760^{mm} ($D_{10} = 1,4170$), et l'oxyde de *paracrésyle dibromé*, en cristaux fondant à 131°, et qui se détruisent quand on essaie de les distiller même sous pression réduite.

On voit que le chlore et le brome se substituent d'une manière régulière

aux atomes d'hydrogène des oxydes phénoliques, en donnant d'abord un composé monohalogéné sur un noyau, puis un composé dihalogéné qui, par raison de symétrie de la molécule et d'après les analogies que l'on connaît, doit avoir ses deux halogènes sur les deux noyaux. Ces composés sont relativement stables, et quelques-uns d'entre eux réagissent parfaitement sur le magnésium. Presque tous étaient inconnus ou mal définis.

BOTANIQUE. — *Sur les formations libéro-ligneuses anormales de la tige des* Greenovia. Note de M. **Raymond Hamet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Quoique l'existence dans une tige de formations libéro-ligneuses anormales situées à la fois dans l'écorce et dans la moelle soit un phénomène remarquable, la structure de la tige des *Greenovia* qui présente une semblable particularité n'est encore connue que par les quelques lignes qu'y consacrèrent successivement Cornu (1) et Douliot (2). C'est pour combler cette lacune que j'ai étudié avec soin les caractères anatomiques d'une tige florifère de *Greenovia* obligeamment mise à ma disposition par M. le professeur A. Engler.

L'épiderme est composé d'une seule assise de cellules subquadrangulaires ou pentagonales, plus larges que hautes, à membranes externes légèrement convexes et faiblement actinisées, à membranes latérales très faiblement épaissies, à membranes internes un peu plus épaissies que les membranes latérales.

L'écorce est assez nettement différenciée en deux zones : la zone externe comprend 10 à 12 assises gonales-subcirculaires, aussi hautes et même un peu plus hautes que larges, pourvues à tous leurs angles de méats triangulaires. Les membranes de ces cellules restent minces, sauf celles de l'assise sous-épidermique qui s'épaississent légèrement; la zone interne comprend 16 à 18 assises de cellules gonales-oblongues, plus larges que hautes, pourvues à tous leurs angles de méats triangulaires, à membranes minces. On ne trouve dans l'écorce aucune trace de périderme, mais on y observe un nombre considérable de faisceaux libéro-ligneux dont nous étudierons

(1) Cornu, *Sur un type nouveau de tiges anormales* (*Comptes rendus*, t. 88, 1er semestre, 1879, p. 548-550).

(2) Douliot, *Sur la structure des Crassulacées* (*Bull. Soc. bot. France*, t. XXXIII, 1886, p. 302).

plus loin la structure. Aucune gaine différenciée ne sépare l'écorce des formations libéro-ligneuses normales.

Le liber assez abondant forme un anneau continu composé d'une part de cellules libériennes de même forme que les éléments de la zone interne de l'écorce, mais un peu plus petites et dépourvues de méats; d'autre part, de tubes criblés de faible diamètre et à parois minces, groupés par petits paquets. Les éléments libériens et surtout les tubes criblés s'épaississent souvent en formant de petits amas de collenchyme de forme irrégulière. Cet épaississement se produit surtout dans la région moyenne du liber, alors que les éléments libériens contigus à l'écorce et à l'anneau fibreux conservent leur aspect normal.

Dans la partie externe de la région ligneuse, on observe un anneau continu et très sinueux composé de fibres sensiblement de même taille, régulièrement disposées en files radiales. Dans la région ligneuse interne, on trouve des îlots composés de vaisseaux disséminés ou irrégulièrement groupés au sein d'un tissu peu abondant formé d'éléments à parois minces et cellulosiques. On remarque souvent des vaisseaux écrasés et en voie de disparition.

La moelle généralement persistante, quoique parfois désorganisée partiellement dans sa partie centrale, est composée de nombreux éléments gonaux-subcirculaires à membranes assez minces et toujours lignifiées pourvues à chacun de leurs angles de méats triangulaires. Le tissu médullaire forme à la base de chacun des îlots vasculaires un arc ou un croissant composé d'éléments de plus petite taille (zone périmédullaire). On observe dans la moelle un cercle de faisceaux anormaux dont nous allons bientôt étudier la structure.

Les faisceaux qu'on trouve dans l'écorce ne présentent pas, à un même niveau, une structure identique ; on peut examiner sur une même coupe les différents stades de leur différenciation. On observe tout d'abord un simple îlot de tissu libérien au-dessous duquel apparaissent bientôt un ou deux vaisseaux. Lorsqu'elle s'établit, l'assise génératrice n'existe qu'entre l'îlot libérien et les vaisseaux, mais elle se prolonge bientôt latéralement. Les prolongements latéraux s'incurvent vers le centre de la tige, formant ainsi un croissant qui entoure les premiers vaisseaux, puis ils se rejoignent, donnant ainsi naissance à une assise génératrice circulaire qui différencie d'abord du liber puis des fibres ligneuses disposées en files radiales. La différenciation des fibres ne s'effectue pas uniformément ; les cloisonnements de l'assise génératrice sont plus rapides dans sa partie supérieure que dans

sa partie inférieure. C'est pourquoi l'ensemble fibreux prend d'abord la forme d'un croissant, puis celle d'un anneau d'inégale épaisseur dont les vaisseaux n'occupent pas le centre, mais sont situés au-dessous de lui. Le phénomène inverse se produit ensuite, les cloisonnements étant à ce moment plus rapides dans la partie inférieure que dans la partie supérieure de l'assise génératrice, l'anneau fibreux acquiert rapidement une égale épaisseur, les vaisseaux occupent alors le centre du faisceau anormal.

Les faisceaux dont nous venons d'étudier la structure se détachent de l'anneau fibreux central à différents niveaux et cheminent verticalement dans l'écorce où ils se ramifient souvent. Quelques-uns se terminent dans l'écorce, mais le plus souvent ils pénètrent dans les feuilles en nombre variable (11 à 14).

Les faisceaux dont nous avons constaté la présence dans la moelle possèdent la structure suivante : dans leur partie inférieure on observe un croissant de cellules médullaires plus petites que les cellules voisines de même nature ; on trouve ensuite un îlot composé de vaisseaux entourés de parenchyme cellulosique, puis un anneau continu de fibres identiques à celles de l'anneau fibreux central, nettement disposées en files radiales ; enfin, au centre de cet anneau, on constate la présence d'un liber composé presque exclusivement de tubes criblés et dont les éléments les plus centraux se sont transformés en collenchyme.

Il convient de noter qu'en face de ces faisceaux il n'y a pas, au-dessous de l'anneau fibreux central, de région ligneuse interne, c'est-à-dire d'îlots vasculaires entourés d'éléments médullaires différenciés.

Si nous suivons le parcours de ces faisceaux nous voyons qu'ils se détachent de l'anneau libéro-ligneux central à des niveaux variables, qu'ils s'en éloignent progressivement, puis qu'après avoir cheminé verticalement dans la moelle, ils vont rejoindre l'anneau libéro-ligneux dont ils sont issus.

A la base de la tige florifère on trouve dans la moelle une dizaine de faisceaux anormaux ; dans la partie médiane de l'inflorescence on voit le dernier faisceau médullaire rejoindre l'anneau fibreux central et se confondre avec lui ; dans la partie supérieure de l'inflorescence il n'y a donc plus de faisceaux médullaires, mais on y observe encore de nombreux faisceaux corticaux.

BOTANIQUE. — *Sur la nutrition chez les Broméliacées épiphytes.* Note de M. C. **Picado**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans une Note précédente nous avons montré que les Broméliacées épiphytes retiennent constamment une quantité d'eau formant des mares peuplées par une riche faune.

Au cours de recherches effectuées à Costa-Rica en 1910 et 1911, nous avons à maintes reprises constaté le phénomène suivant : au moment où les Broméliacées vont fleurir on voit se produire une sécrétion gommeuse à la base des feuilles les plus internes. Si la plante est blessée, cette gomme coule abondamment ; elle se solidie, présentant alors une consistance gélatineuse.

On trouve fréquemment, englobés dans cette gomme, des animaux phytophages (Coléoptères, Acariens, larves de *Membracidæ*, etc.) et aussi de larves d'insectes non phytophages qui vivent normalement dans l'eau retenue par les Broméliacées.

Les animaux une fois englobés par la gomme y restent prisonniers et meurent. Ils tombent parmi les détritus retenus par la plante. Ces détritus, végétaux et animaux, ne subissent pas la putréfaction ; l'eau gardée par les Broméliacées ne dégage aucune mauvaise odeur et dans la forêt on utilise souvent cette eau pour se désaltérer.

Nous nous sommes proposé de rechercher ce que devenaient les cadavres des animaux morts dans la plante et jusqu'à quel point ceux-ci serviraient à sa nutrition.

A. Un premier fait bien établi, c'est que les Broméliacées épiphytes se nourrissent aux dépens des détritus retenus entre leurs feuilles ; l'absorption des sels minéraux contenus dans l'eau gardée par ces dernières s'accomplit grâce aux écailles foliaires de ces plantes.

C'est Schimper qui, par une série d'expériences commencées en 1884, démontra ce fait. Ces études ont été continuées par Goëbel, Mez, Müller, Groom, Aso, etc.

Leur méthode consistait à constater par dosages la diminution de concentration d'une solution saline mise entre les feuilles de la plante, ou à rechercher dans les tissus de la feuille ces éléments minéraux, soit au moyen de réactions microchimiques, soit par l'analyse spectrale (Aso). Les re-

cherches précédentes ont été souvent faites avec des solutions toxiques ou trop concentrées, et parfois avec des feuilles coupées.

Nous avons refait ces expériences en employant des solutions à faible concentration et des plantes vivantes en bon état.

Par cette méthode nous avons constaté que les éléments minéraux disparaissent complètement de l'eau retenue par les feuilles et qu'on n'y trouve pas les produits de dédoublement auxquels ils auraient pu donner naissance.

D'ailleurs l'analyse chimique des détritus retenus par les Broméliacées poussant dans la forêt vierge (analyse que M. Michaud a eu l'obligeance de pratiquer pour moi) a montré que ces détritus ne contiennent presque pas de sels minéraux.

Si l'on tient compte de l'existence de ce pouvoir absorbant et de ce fait que, sur des centaines de plantes examinées, nous avons toujours rencontré en grand nombre des cadavres d'animaux, on peut se demander si la plante n'absorbe pas, en outre des sels minéraux, les composés ternaires ou albuminoïdes provenant de la décomposition de ces cadavres; et quelle est la forme sous laquelle ces produits de dédoublement sont absorbés. Ce dédoublement est-il le résultat d'actions microbiennes seules ou ne serait-il pas dû, au moins en partie, aux diastases provenant de la plante?

B. Nous avons mis en évidence les faits suivants :

La gomme provenant du lavage des jeunes inflorescences *des Broméliacées epiphytes* (constituée d'après Michaud par 77 pour 100 de bassorine et 23 pour 100 d'arabine et autres substances solubles) *possède un double pouvoir* diastasique :

1° Elle transforme l'empois d'amidon en glucose;

2° Elle transforme les albuminoïdes en peptones et acides amidés;

Ces transformations sont dues à l'action d'une amylase et d'une trypsine. Elles se produisent, en effet, lorsqu'on a ajouté 1 pour 100 de fluorure de sodium au liquide gommeux. Les tubes témoins, contenant la substance à digérer et de l'eau fluorée ne sont le siège, pendant le même temps, d'aucune transformation. Le liquide gommeux chauffé à 70°-75° perd son pouvoir diastasique.

Pour nous assurer que l'action peptonisante est bien due à une diastase et non à l'action des *microbes vivants*, nous avons dosé les acides amidés mis en liberté pendant la digestion artificielle (procédé de Sörensen) (1) :

(1) Ce procédé, qui nous a été conseillé par M. G. Bertrand, était le seul pratique. Il est impossible en effet de filtrer à la bougie de porcelaine le liquide gommeux, et la précipitation de la diastase exige de grandes quantités de gomme fraîche que nous n'avons pu nous procurer.

Si les acides amidés augmentent d'une manière régulière au cours de la digestion artificielle, c'est que celle-ci est réalisée par des microbes; si, au contraire, la production de ces acides se ralentit, puis s'arrête, c'est qu'il s'agit d'une diastase soluble.

Dans nos expériences nous avons constaté que la production des acides amidés s'arrête vers la 46e heure à 35° environ; il s'agit donc d'une diastase et non pas de microbes vivants.

C. Nous avons enfin démontré que la plante absorbe les acides amidés produits. Pour cela nous avons placé, entre les feuilles d'une Broméliacée et dans un tube témoin, une même solution de peptone. Au bout de 48 heures on ne trouve plus de traces de peptone dans l'eau de la Broméliacée, tandis que le tube témoin en offre les réactions caractéristiques. Par contre on trouve, dans le premier cas, une quantité d'acides amidés presque double de celle qu'offre le tube témoin. Le 3e jour on ne trouve presque plus d'acides amidés dans l'eau de la plante. Le 4e jour tout a été absorbé par la Broméliacée; le liquide ne renferme pas d'autres substances azotées. C'est donc sous la forme d'acides amidés que les substances protéiques sont absorbées par les Broméliacées épiphytes.

L'ensemble des phénomènes offerts par les Broméliacées épiphytes n'est nullement en désaccord avec les faits établis pour d'autres végétaux : l'absorption des amides était déjà connue; Lefèvre a montré que les racines de Phanérogames peuvent en absorber et Palladine que les feuilles absorbent les acides amidés. Les substances ternaires sont aussi absorbées par les plantes; Molliard a établi que les racines peuvent absorber les sucres. La production de diastases est aussi un fait bien connu chez les plantes. L'Ananas, qui appartient à la même famille des Broméliacées, renferme une papaïne très active.

Ce qu'il y a de notable pour les Broméliacées épiphytes, c'est que ces plantes offrent à leur plus haut degré les phénomènes suivants :

1° *Elles absorbent, non seulement les sels minéraux, mais aussi les substances ternaires et protéiques provenant de la digestion des détritus végétaux et animaux retenus entre leurs feuilles;*

2° *Elles sont les seules plantes qui se nourrissent habituellement aux dépens de ces détritus;*

3° *Une Broméliacée réalise un véritable dyaliseur qui enlève constamment aux mares formées entre ses feuilles tous les produits de décomposition qui pourraient nuire aux animaux aquatiques habitant ces mares.*

MYCOLOGIE. — *Sur la conservation des bois.* Note de M. E. **Pinoy**, présentée par M. É. Roux.

A l'occasion d'une Mission dont m'a fait l'honneur de me charger M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, au mois de juillet 1911, pour étudier les procédés scientifiques qui pouvaient être employés pour préserver des atteintes du *Merulius lacrymans* les œuvres d'art en menuiserie classées parmi les monuments historiques, j'ai songé à utiliser pour la conservation des bois les bichromates et la propriété qu'ils ont d'insolubiliser les gommes et la gélatine après exposition à la lumière. Il m'a été facile de constater que des fragments de bois, mis à tremper jusqu'à imprégnation complète dans une solution contenant 2 pour 100 de bichromate et 1 pour 100 de fluorure de sodium, deviennent, après séchage et exposition à la lumière, complètement indestructibles par les moisissures. Si l'on recouvre alors le bois d'une solution contenant : gélatine 5 pour 100, bichromate de potasse 2 pour 100, fluorure de sodium 0,5 pour 100, et qu'on l'expose de nouveau à la lumière, après séchage, on lui communique, en même temps qu'un vernis brillant très solide, une couleur brun acajou imitant le vieux bois.

On sait les ravages que sont susceptibles de causer les champignons qui envahissent le bois.

Le *Merulius lacrymans*, en particulier, peut, ainsi que cela s'est produit à Breslau en Silésie, amener de proche en proche l'effondrement des maisons. D'autre part, les pavages en bois des grandes villes sont presque toujours détruits par les champignons.

Nous ne doutons pas que l'emploi du procédé au bichromate et au fluorure ne puisse rendre d'importants services. Il peut servir non seulement à préserver mais aussi à guérir. Nous avons vu, sur des portions de boiseries, provenant de l'église de Lillers, presque totalement transformées en une matière spongieuse, que des imprégnations successives dans des bains de gélatine bichromatée, de plus en plus concentrés, pouvaient, après séchage et exposition du bois à la lumière, le durcir suffisamment pour que des boiseries ainsi atteintes puissent être conservées. Dans ce cas, il est nécessaire, pour éviter la dissémination du champignon, de désinfecter les bois sur place avant tout traitement.

Le meilleur désinfectant est celui qui pénétrera le mieux. Un mélange

d'alcool absolu dénaturé et de xylol contenant 1 pour 100 de sublimé donne les meilleurs résultats.

Ce procédé de traitement des bois aura également son application contre leur envahissement par des insectes, notamment contre les vrillettes.

MÉDECINE. — *Immunisation antityphique de l'homme par voie intestinale. Modifications spécifiques du sérum.* Note de MM. **J. Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. Bouchard.

Nous avons démontré [1] la réalité de la vaccination antityphique, par voie intestinale, chez l'animal (lapin, etc.). Nous avons noté les modifications spécifiques du sang qui apparaissent au cours de cette immunisation.

Nous avons aussi vacciné *l'homme*, par la même méthode, et nous avons déjà publié [2] les modifications des éléments figurés du sang humain qui surviennent à la suite de l'introduction du vaccin par voie intestinale. Aujourd'hui, nous apportons les résultats de nos recherches sur les propriétés acquises par le sérum de ces vaccinés.

I. *Sept* sujets, n'ayant jamais eu la fièvre typhoïde, examinés, avant tout lavement, au point de vue des pouvoirs agglutinant, bactériolytique et bactéricide de leurs sérums, ont reçu des lavements de vaccin antityphique, à l'aide d'une longue canule souple de 40^{cm}, en additionnant le liquide de 10 à 15 gouttes de laudanum. Nous avons commencé par de faibles doses (25^{cm^3} à 50^{cm^3}). En présence de l'innocuité absolue du procédé, nous avons adopté *trois lavements de* 100^{cm^3} *à 5 jours d'intervalle*. Ces lavements sont gardés le plus souvent pendant 24 heures. Ils sont admirablement tolérés.

---

(1) J. Courmont et A. Rochaix, *L'immunisation par voie intestinale. Vaccination antityphique* (*Comptes rendus*, 20 mars 1911); *De l'immunisation antitoxique par la vaccination antityphique intestinale* (*Comptes rendus*, 10 avril 1911); *La vaccination antityphique par voie intestinale* (*La Presse médicale*, 3 juin 1911); *De la durée de la vaccination antityphique par voie intestinale* (*Comptes rendus*, 27 novembre 1911); *Immunisation contre l'infection éberthienne expérimentale par voie intestinale, chez le lapin* (*Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 15 novembre 1911).

(2) J. Courmont, A. Rochaix et L. Charlet, *La vaccination antityphique par voie intestinale chez l'homme. Mononucléose consécutive* (*Livre jubilaire du Professeur R. Lépine; Revue de Médecine*, octobre 1911).

II. *Observation I.* — Le *pouvoir agglutinant* apparaît, chez ce sujet, 13 jours après le premier lavement, atteint son maximum ($\frac{1}{30}$) 21 jours après le troisième, disparaît au bout de 5 mois et demi.

Le *pouvoir bactériolytique* atteint son maximum ($\frac{1}{15}$) 21 jours après le troisième lavement. Encore appréciable ($\frac{1}{5}$), quoique très faible, 5 mois et demi après, il est redescendu au taux normal ($\frac{1}{2}$) au bout de 11 mois.

Le *pouvoir bactéricide*, encore au taux normal 7 jours après le dernier lavement, atteint $\frac{1}{100}$ 16 jours après, et son maximum ($\frac{1}{200}$) 21 jours après. Il est encore appréciable ($\frac{1}{20}$) au bout de 11 mois.

Observation II. — Pouvoir agglutinant : maximum $\frac{1}{30}$ au bout de 19 jours.
Pouvoir bactériolytique : maximum $\frac{1}{20}$ au bout de 19 jours.
Pouvoir bactéricide : maximum $\frac{1}{1000}$ au bout de 22 jours.
Ces trois propriétés ont à peu près disparu au bout de 6 mois.

Observation III. — Pouvoir agglutinant : maximum $\frac{1}{20}$ au bout de 12 jours.
Pouvoir bactériolytique : maximum $\frac{1}{15}$ au bout de 12 jours.
Pouvoir bactéricide : maximum $\frac{1}{500}$ au bout de 28 jours.
Le pouvoir bactéricide est encore appréciale ($\frac{1}{50}$) au bout de 6 mois.

Observation IV. — Pouvoir agglutinant : maximum $\frac{1}{30}$ au bout de 16 jours.
Pouvoir bactériolytique : maximum $\frac{1}{15}$ au bout de 16 jours.
Pouvoir bactéricide : maximum $\frac{1}{500}$ au bout de 16 jours.
Le pouvoir bactéricide est encore appréciable ($\frac{1}{20}$) au bout de 8 mois.

Observation V. — Pouvoir agglutinant : maximum $\frac{1}{50}$ au bout de 10 jours.
Pouvoir bactériolytique : maximum $\frac{1}{20}$ au bout de 33 jours.
Pouvoir bactéricide : maximum $\frac{1}{500}$ au bout de 28 jours.

Observation VI. — Pouvoir agglutinant : maximum $\frac{1}{20}$ au bout de 23 jours.
Pouvoir bactériolytique : maximum $\frac{1}{15}$ au bout de 12 jours.
Pouvoir bactéricide : maximum $\frac{1}{500}$ au bout de 12 jours.
Le pouvoir bactéricide se maintient à un taux élevé pendant plus longtemps que les autres propriétés.

Observation VII. — Pouvoir agglutinant : maximum $\frac{1}{30}$ au bout de 17 jours.
Pouvoir bactériolytique : maximum $\frac{1}{15}$ au bout de 12 jours.
Pouvoir bactéricide : maximum $\frac{1}{200}$ au bout de 24 jours.
Même remarque que précédemment pour le pouvoir bactéricide.

III. *Conclusions.* — 1° L'introduction, dans l'intestin de l'homme, de cultures d'Eberth tuées à + 53°, fait apparaître, dans son sérum sanguin, des propriétés *agglutinante*, *bactériolytique* et *bactéricide;*

2° Les propriétés présentent généralement leur maximum environ trois semaines après le premier lavement;

3° Le maximum, atteint par chacune de ces trois propriétes humorales, est très différent suivant chacune d'elles. Le taux des pouvoirs agglutinant et bactériolytique reste assez faible, alors que l'action bactéricide, acquise par le sérum, est relativement bien plus élevée;

4° Le pouvoir agglutinant subit assez fréquemment des variations d'un examen à l'autre. La courbe d'accroissement et de décroissance des pouvoirs bactériolytique et bactéricide paraît beaucoup plus régulière;

5° Les courbes d'évolution (apparition, croissance, décroissance et disparition) de ces trois pouvoirs ne sont pas absolument parallèles et ne peuvent se superposer;

6° On peut mettre en évidence les propriétés agglutinante, bactériolytique et bactéricide au bout de 6 mois, quoique fortement atténuées à cette époque. Passé ce délai, elles ont à peu près disparu;

7° La date d'apparition et la durée de la présence des anticorps dans le sang sont à peu près les mêmes dans la vaccination par voie intestinale que par l'emploi des autres méthodes; mais les taux paraissent un peu moins élevés que par l'inoculation sous-cutanée d'autolysats de bacilles vivants.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur les causes du caillage du lait observé pendant les périodes orageuses.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. Laveran.

On a observé depuis longtemps que certaines substances alimentaires, telles que le lait, la viande de boucherie, le gibier et le bouillon s'altéraient plus rapidement par les temps orageux. Dans les laiteries, notamment, on a remarqué que les laits ramassés et transportés au cours d'un orage, arrivaient souvent à destination sinon caillés en partie, du moins déjà très acidifiés, au grand détriment de la fabrication ou de la vente. De semblables observations sont également fréquentes dans les ménages. Quoique ces altérations ne précèdent souvent que de quelques heures le moment où nous sommes habitués de les voir se produire, elles ont toujours frappé l'attention : aussi s'est-on ingénié à chercher des causes pour expliquer ce phénomène qui contrarie nos observations habituelles. Parmi les auteurs qui s'en sont occupés, les uns ont fait intervenir l'électricité : cette théorie a longtemps prévalu dans l'opinion, surtout dans le courant du siècle dernier, époque à laquelle on attribuait à cet agent et à l'ozone qui en dérivait la plupart des manifestations vitales. Pour d'autres, le phénomène

n'était nullement justiciable de l'électricité, mais dépendait uniquement d'une température et d'un degré hygrométrique élevés, conditions favorisant l'acidification du lait.

Étant donné l'intérêt que peut présenter à divers points de vue l'explication de ce phénomène qui se rattache à une manifestation microbienne, j'en ai fait l'objet d'une étude dont les résultats sont résumés dans cette Note.

J'ai d'abord soumis de nombreux échantillons de lait à l'influence de l'air électrisé de diverses façons, par l'étincelle ou l'effluve, comparativement aux mêmes laits exposés à l'air normal dans des conditions rigoureusement identiques de température et d'humidité : on suivait la marche de l'acidification par un dosage volumétrique. Dans d'autres essais, j'ai expérimenté directement sur le ferment lactique, c'est-à-dire sur le germe au lieu du terrain de culture.

Enfin des essais analogues ont été faits en présence de l'ozone, du nitrate d'ammoniaque et des vapeurs nitreuses qui peuvent se former dans les temps d'orages à la suite des décharges électriques.

Ces expériences, poursuivies pendant plusieurs mois, n'ont jamais donné un sens activant ; les manifestations dues à la présence des gaz expérimentés, quand elles ont pu être évaluées, ont toujours été dans le sens antiseptique. Ce n'était donc pas dans cette voie qu'il fallait chercher l'explication du phénomène.

Étant donné, d'après un précédent travail (*Comptes rendus*, 5 février), que des traces infinitésimales de gaz putrides ont une action favorable sur le développement des ferments lactiques, j'ai supposé que toute circonstance facilitant le dégagement de ces gaz devait être considérée comme facteur favorable à cette action. Or, on sait que les dépressions atmosphériques font ressortir les émanations gazeuses emmagasinées dans le sol et les objets de toute nature : on a toujours remarqué que les odeurs étaient plus perceptibles après un orage. Il était donc tout indiqué, en s'inspirant de ces observations, d'examiner si les dépressions en favorisant le dégagement des émanations gazeuses n'étaient pas la cause de l'accélération du phénomène.

Après avoir constaté à part que des dépressions allant jusqu'à 5^{cm} de mercure n'avaient aucune influence sur la vitalité du ferment lactique, même après 12 heures d'exposition, j'ai répété les mêmes expériences que celles qui ont été précédemment décrites dans la Note du 5 février, avec cette différence que j'ai fait intervenir en plus, dans les essais, des dépressions variant de 5^{mm} à 50^{mm}.

Le Tableau suivant donne, à titre d'exemple, les résultats d'un certain nombre d'expériences qui mettent en évidence l'action de la dépression atmosphérique sur le ferment lactique exposé dans le voisinage d'une source de gaz putride. Les chiffres correspondent à des milligrammes d'acide lactique rapportés à 1^{l} de lait.

Tableau indiquant l'acidification comparative de laits ensemencés par des ferments lactiques exposés simultanément dans les mêmes conditions de température et d'humidité à des ambiances putrides avec ou sans dépression barométrique.

I. — *Voisinage de bouillons ensemencés par le* Proteus.

Nos des essais.	Sans dépression.	Avec dépression.	Nos des essais.	Sans dépression.	Avec dépression.
	mg	mg		mg	mg
1........	150	190	8.........	320	500 coag.
2........	190	210	9.........	430	580 coag.
3........	175	270	10.........	315	610 coag.
4........	150	260	11.........	250	400
5........	180	390	12.........	280	500 coag.
6........	160	265	13.........	290	450
7........	210	225	14.........	350	540 coag.

II. — *Terre végétale souillée.*

Sans dépression.	Avec dépression.
mg	mg
300	520 coag.
240	390
315	450 coag.

Pour mieux se rapprocher de la réalité, ces expériences ont été complétées par d'autres essais (II) exécutés de la même manière, mais en présence de terre végétale renfermant des substances organiques en voie de décomposition sous l'influence du *Proteus vulgaris*. Le résultat a été dans le même sens.

Les dépressions atmosphériques ont donc pour effet de provoquer le dégagement de gaz emmagasinés par le sol et les objets. Et, à ce titre, elles facilitent la formation d'ambiances favorables à la conservation et à l'activité des ferments lactiques en suspension dans l'air. Les temps d'orages engendrent dans les locaux où abondent des matériaux en voie de décomposition de meilleures conditions d'ensemencement du lait, surtout si l'on tient compte qu'à ce moment la température et le degré d'humidification sont généralement élevés : la superposition de tous ces facteurs suffit donc pour faire avancer de plusieurs heures le temps habituel du caillage du lait.

Il est à supposer que les phénomènes d'altérations hâtives d'autres substances organiques, telles que celles de la viande, du gibier, de certains liquides fermentescibles, des levures de boulangerie, etc., observées pendant les temps d'orages, peuvent être expliquées de la même manière. Enfin,

quelque avancée que puisse paraître cette hypothèse, on ne peut s'empêcher d'établir un rapprochement entre ces résultats et les observations si souvent signalées sur l'aggravation des plaies et l'extension subite des épidémies à la suite de perturbations météorologiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE — *Extraordinaire sensibilité de* l'Aspergillus niger *vis-à-vis du manganèse.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. E. Roux.

Dans les recherches que j'ai publiées dernièrement sur le rôle du manganèse dans le développement et la formation des conidies de l'*Aspergillus niger*, j'ai laissé entrevoir l'extrême petitesse de la proportion du métal qui suffit à impressionner la plante (¹). Les expériences que je vais décrire préciseront cette notion et lui donneront, en même temps, une valeur inattendue, je pourrais même dire surprenante. Grâce, en effet, à une technique sévère et à des précautions minutieuses, je suis parvenu à obtenir, d'une manière constante, des augmentations de récolte facilement appréciables par l'addition au milieu de culture d'une quantité aussi extraordinairement petite que 1 milliardième et même 1 décimilliardième de manganèse, soit une proportion de 1^{mg} seulement de métal dans 10 000 litres de liquide nutritif.

Une des grandes difficultés à résoudre pour arriver à ce résultat a été la purification des substances organiques ou minérales destinées à l'alimentation de l'*Aspergillus*. Les cristallisations successives, employées seules, n'ont, en général, pas suffi ; elles n'ont conduit facilement au but que pour le sulfate ferrico-potassique. J'ai éliminé le manganèse à l'état de bioxyde, en ajoutant à la solution, rendue légèrement alcaline par l'ammoniaque, un peu d'eau oxygénée pure. Étant donnée la pureté déjà très grande des substances sur lesquelles j'opérais, le bioxyde ne s'est pas produit d'une façon visible ; j'en ai assuré la complète séparation en l'entraînant par collage à la surface d'un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien obtenu par addition successive au liquide de 1^{mol} de phosphate d'ammonium et de 1^{mol} de sulfate de magnésium. Après quelques heures de repos, le liquide a été filtré et concentré dans une capsule de platine (²).

Outre le saccharose, j'ai utilisé l'acide succinique comme substance alimentaire carbonée. J'ai obtenu la purification de cet acide par une série de recristallisations, d'abord dans l'acide sulfurique à 5 pour 100, puis dans l'eau seule.

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 381.

(²) Pour les détails, lire le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

Les cultures ont été faites dans des matras cylindroconiques à large col, de 750^{cm^3} de capacité, en quartz fondu. Chaque matras renfermait en outre du manganèse :

Eau pure, redistillée dans le vide........	200^{g}
Carbonate de potassium..............	0,08
Nitrate d'ammonium..................	0,60
Phosphate d'ammonium...............	0,08
Sulfate d'ammonium..................	0,04
Sulfate de magnésium................	0,17
Alun de fer..........................	0,0172 (soit 0,002 de Fe)
Sulfate de zinc.......................	0,0088 (soit 0,002 de Zn)
Silicate de potassium.................	0,008

et

Acide succinique......................	8

ou

Saccharose...........................	9
Acide succinique.....................	0,10

Voici, rassemblés en un Tableau, les résultats de *toutes* les expériences que j'ai entreprises avec les doses de $\frac{1}{100000000}$, de $\frac{1}{1000000000}$ et de $\frac{1}{10000000000}$ de manganèse.

Numéros des expériences.	Poids sec, en grammes, des récoltes obtenues: sans addition de Mn.	après addition de un cent-millième de Mn.	un milliardième de Mn.	un décimilliardième de Mn.
1......	1,55	2,05	»	»
	1,79	»	»	»
2......	0,865	1,715	1,260	»
3......	0,68	1,69	1,30	1,11
	0,68	»	»	»
4......	0,61 (moy. de 3 cult.)	1,49	»	»
5......	1,16	»	1,24	1,27
6......	1,14	»	1,73	»
	1,23	»	»	»
7......	0,64 (moy. de 2 cult.)	1,89	»	0,655 (moy. de 2 cult.)
8......	0,55	»	0,80	»
9......	0,557 (moy. de 3 cult.)	2,35	1,18	0,603 (moy. de 3 cult.)
		2,20		

Ces résultats, bien conformes à l'interprétation catalytique du rôle joué par le manganèse dans les cellules vivantes, sont très suggestifs.

On possédait jusqu'ici des exemples remarquables de sensibilité de l'organisme aux poisons. En ce qui concerne particulièrement l'*Aspergillus niger*, Raulin avait montré qu'il suffit d'ajouter la proportion minima de $\frac{1}{1600000}$ de nitrate d'argent au milieu de culture pour « nuire sensiblement aux progrès du végétal ». En opposant à ce résultat l'influence favorable exercée sur le même *Aspergillus* par le $\frac{1}{10000000000}$ de manganèse, on voit que l'organisme peut être plus sensible encore aux substances biogénétiques.

Il va donc falloir considérer avec plus d'attention que jamais l'intervention possible de traces de métalloïdes et de métaux présents dans le corps des animaux et des plantes et, par généralisation, des substances complexes dont la proportion n'est guère plus élevée. Il faudra envisager aussi comme pouvant avoir de l'importance dans certains phénomènes physiologiques ou pathologiques, dans le degré de fertilité des sols, etc., des modifications chimiques du milieu en apparence très minimes.

Enfin, il sera nécessaire, dans beaucoup de recherches, de se mettre soigneusement en garde contre l'influence des impuretés. J'ai mentionné, dans une Note antérieure ([1]), que les préparations les plus pures de sulfate ferreux du commerce renferment de 0,2 à 0,5 pour 1000 de manganèse. D'après les expériences rapportées aujourd'hui, quelques dixièmes et même quelques centièmes de milligramme de ce sel suffisent donc pour apporter dans un milieu de culture une dose de manganèse facilement appréciable par l'*Aspergillus niger* et pour faire attribuer, par erreur, au sulfate ferreux des effets dus exclusivement à une impureté qui l'accompagne.

On peut supposer que, dans mes propres expériences, l'ensemble des substances nutritives des milieux témoins renfermait encore des traces infinitésimales de manganèse. Est-il possible d'atteindre un degré de pureté plus parfait et qu'arriverait-il alors avec l'*Aspergillus*? C'est ce que je me propose maintenant de rechercher.

ENTOMOLOGIE. — *Sur l'appareil séricigène des Chenilles de* Phthorimæa operculella ([2]) *Zeller*. Note de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Chenilles de la Teigne des pommes de terre sont pourvues de glandes

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 381, note.

([2]) Nous devons la dénomination exacte de cette Chenille à l'extrême obligeance de

séricigènes doubles, très développées et présentant, avec celles des autres Lépidoptères, des caractères différentiels tels qu'elles méritent une description spéciale.

Nous avons déjà étudié la morphologie et la structure histologique de l'appareil séricigène des larves des Papillons (1) et nous savons qu'il est constitué par deux longs tubes comprenant une partie glandulaire, un canal excréteur de longueur variable et un conduit efférent impair (tube fileur), aboutissant à la base de la filière et présentant parfois, sur son trajet, une modification de structure constituant la presse. A cet appareil sont rattachées des *glandes accessoires*.

Ces dernières sont relativement volumineuses chez un grand nombre de larves de Papillons (*Hadena*, *Agrotis*, *Asphalia*, *Stauropus*, etc.) Là, elles sont constituées par deux massifs formés par un groupement de lobules allongés, renflés à leur extrémité distale, et débouchant au sommet d'un canal excréteur cylindrique, court et parfois sinueux. Ce dernier s'ouvre, en des points très variables, dans les conduits excréteurs des glandes séricigènes, tantôt presque au point de convergence des deux conduits, tantôt au contraire sur le tube fileur impair. Chez les Chenilles d'*Arctia*, d'*Acherontia*, etc., les glandes annexes sont rudimentaires et manifestement atrophiées. Elles comprennent un petit massif de follicules irrégulières, piriformes ou coniques, dont l'ensemble affecte la forme d'une sorte de manchon entourant chaque conduit excréteur.

Les *glandes séricigènes* constituent, après le tube digestif, l'organe le plus volumineux et le plus important de la larve de *Phthorimœa operculella*. Elles sont paires, de teinte blanchâtre et forment, dans la région abdominale moyenne, trois replis principaux situés sous l'intestin moyen et les parois latérales de ce dernier. Complètement étalées, elles mesurent une longueur dépassant celle du tube intestinal, c'est-à-dire la taille de la Chenille.

L'extrémité distale de chaque tube glandulaire s'étend jusque vers l'origine de l'intestin postérieur. Elle débute par une pointe amincie, conique, qui se continue par un mince filament conjonctif la rattachant aux parois inférieures du corps. L'organe se dilate progressivement, prend une forme régulièrement cylindrique et décrit ensuite deux replis à direction oblique. Le lumen central, bien visible par transparence, est régulier et a un diamètre égal au cinquième environ de celui de la glande.

---

notre collègue de la Société entomologique, M. J. de Joannis, à qui nous adressons nos bien sincères remercîments.

(1) *Les glandes céphaliques, glandes séricigènes et glandes mandibulaires des Chenilles des Lépidoptères* (*Ann. des Sc. nat. : Zool.*, 9e série, t. X, 1910, p. 125-200; 3 planches).

Chaque tube glandulaire comprend *quatre* parties nettement différenciées : 1° la *région sécrétive*, 2° le *canal excréteur*, 3° les *glandes de Lyonet* et 4° le *conduit efférent* terminal se fusionnant avec son congénère pour constituer un appendice tubuleux très court, débouchant à la base de la filière.

La région glandulaire a la forme d'un tube cylindrique, peu sinueux, placé sous l'intestin moyen ou contre les parois latérales de ce dernier. Sa surface externe présente des boursouflures peu accusées, séparées par des sillons et correspondant à des rangées de cellules.

En avant, la glande se rétrécit progressivement et se continue par un canal excréteur court, étroit et recourbé en S. Le conduit se dilate ensuite brusquement et se continue par les *glandes annexes* (gl. de Lyonet).

Ces dernières forment une sorte de manchon épais, compact et irrégulièrement cylindrique. Le diamètre du manchon est d'un quart supérieur à celui de la région sécrétrice initiale. Les parois sont irrégulières, sinueuses, bosselées et parcourues par des sillons annulaires. Chaque bosselure correspond à une cellule interne.

Enfin, le manchon glandulaire diminue progressivement de diamètre à son arrivée dans la région céphalique larvaire. Il se continue par un canal court, étroit, qui pénètre à la base du labium et s'unit à son congénère. Le petit appendice tubuleux (*tube fileur*) qui résulte de cette fusion débouche à la base de la filière.

Nous avons également étudié l'ensemble de l'appareil séricigène au double point de vue *histologique* et *physiologique*. Les *glandes de Lyonet* (gl. annexes) ont une structure tout à fait spéciale et un peu différente de celle décrite jusqu'ici chez les autres chenilles. L'intima chitineuse interne est mince et renforcée, du côté du lumen, par des arceaux spiralés, analogues à ceux des trachées, très facilement déroulables et dont les divers tours de spire sont très rapprochés et indépendants les uns des autres.

PARASITOLOGIE. — *Sur un nématode des tissus fibreux chez le Bœuf.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. É. Roux.

En étudiant au point de vue chimique et histologique les processus de calcification de lésions diverses chez les bovidés, nous avons été frappés par la fréquence des dépôts calcaires au niveau de l'articulation fémoro-tibio-rotulienne. Sur le cadavre dépouillé, on aperçoit souvent des traînées blanc jaunâtre, plus ou moins sinueuses, sur les deux faces latérales articulaires. Une fine dissection montre que ce sont les ligaments latéraux et capsulaire qui sont envahis.

L'origine non tuberculeuse une fois établie, nous avons fait une série de recherches sur les tissus altérés. Après décalcification par l'acide picrique, on constate, au milieu du tissu fibreux, plus ou moins modifié, l'existence de petites alvéoles, rondes, ovalaires ou irrégulièrement allongées, les unes vides, d'autres contenant des dépôts amorphes mal colorés, et parfois de fines membranes, sinueuses, hyalines, hérissées de stries, de crêtes, se colorant d'une façon particulière en violet bleu par l'hématéine.

Au sein des parties tendineuses non calcifiées, les alvéoles renferment, outre la membrane kytineuse, un contenu granuleux se teignant comme toute substance nucléaire. Dans l'une d'elles, coupée en longueur, on apercevait l'extrémité antérieure d'un ver rond sans armature buccale spéciale.

Enfin on rencontre, au centre des lésions récentes, des embryons libres enroulés sur eux-mêmes.

Sur des carcasses de Bovidés, nous avons recherché systématiquement ces lésions parasitaires dans les tissus fibreux (tendons, fibro-cartilages) et élastiques (ligament cervical).

Dans 30 cas, 26 ont été positifs. Ces chiffres indiquent la très grande fréquence de ces lésions parasitaires. Leur localisation bien spéciale est également un de leurs caractères les plus curieux. Elles siègent uniquement dans le tissu fibreux, et, d'une façon presque exclusive, dans l'épaisseur des tendons latéraux et capsulaire de l'articulation fémoro-tibio-rotulienne; le ligament externe est plus souvent envahi que l'interne. Lorsque le ligament capsulaire est atteint, c'est toujours aux dépens des deux brides de renforcement qui viennent se fixer sur les rebords postérieurs du plateau articulaire du tibia. Une seule fois, nous avons trouvé le ligament tibio-tarsien externe envahi. Le ligament cervical est toujours indemne.

Les lésions revêtent trois formes principales suivant leur importance. Ce sont :

1° De simples dissociations des faisceaux fibreux colorés en jaune pâle ;

2° De petites cavités ou logettes creusées dans l'épaisseur des tendons, et traversées par des faisceaux fibreux déchiquetés, rupturés, les unes ayant conservé leurs caractères normaux; d'autres, au contraire, friables, gonflés et teints en jaune pâle;

3° Enfin des noyaux de tissu conjonctif de réaction inflammatoire, de teinte brunâtre ou chocolat clair, nettement différenciable de celle des amas graisseux voisins.

Dans toutes on peut trouver des parasites à différents stades d'évolution, les uns vivants, d'autres morts, et dont la cuticule est imprégnée de concrétions calcaires.

Les parasites se nourrissent des produits de destruction des tendons;

dans leur tube digestif, on rencontre fréquemment de petites masses amorphes, jaunâtres, de même matière et de même coloration que celle qui constitue les faisceaux fibreux dégénérés.

La détermination du nématode a été faite, au laboratoire de Zoologie de l'École d'Alfort, sous la direction de M. le professeur Raillet et de M. A. Henry.

Mâle. — Longueur 4^{cm} à $5^{cm},5$; largeur maxima 85^{μ} à 95^{μ}; cuticule à stries écartées de 5^{μ} à 6^{μ} dans la région moyenne du corps. Œsophage long de 750^{μ} à 800^{μ}. Extrémité caudale enroulée en spirale avec deux ailes cuticulaires latérales très peu développées. Deux spicules inégaux : le grand, long de 180^{μ} à 210^{μ}, à extrémité pointue; le petit, long de 65^{μ} à 75^{μ}, terminé par un renflement à crochet latéral rétrograde. Papilles caudales ainsi disposées de chaque côté : 2 à l'extrémité de la queue; 1 (d'un seul côté) à mi-chemin du cloaque; 4 adanales, la postérieure un peu détachée du groupe.

Femelle. — Longueur indéterminée (plusieurs fragments d'un même exemplaire, non compris les extrémités, nous ont donné une longueur totale de 26^{cm}); largeur maxima 260^{μ} à 290^{μ}. Cuticule de la région moyenne du corps avec des épaississements spiroïdes externes ou *bagues* comprenant entre elles 3 stries internes; les bagues ne sont pas ondulées. Œsophage long de 820^{μ} à 850^{μ}. Vulve à 630^{μ} à 650^{μ} de l'extrémité antérieure. Œufs embryonnés de 48^{μ} à 53^{μ}, larges de 34^{μ} à 36^{μ}; embryons éclos dans l'utérus, longs de 230^{μ} à 265^{μ}, sur un diamètre moyen de $5^{\mu},5$.

Ces caractères permettent de ranger ce nématode dans le genre *Onchocerca* (Diesing), de la famille des Filaridæ.

Chez les Bovidés, en dehors de l'*Onchocerca armillata* (Raillet et Henry) découvert dans la tunique moyenne de l'aorte du zébu et du buffle (Asie tropicale), on ne connaît jusque-là que deux types :

Onchocerca Gibsoni (Cleveland et Johnston, 1910) dans des nodules du tissu conjonctif sous-cutané (Australie);

Onchocerca gutturosa (Neumann, 1910) dans le ligament cervical (Algérie).

Sur les Bovidés d'Europe, notre parasite est le premier signalé.

Pour MM. Raillet et Henry, l'étude de ce nématode et la comparaison de ses caractères avec la description des parasites australiens et algériens conduiront très probablement à une identification. Toutefois, en attendant que la comparaison non pas seulement des descriptions mais des vers eux-mêmes puisse être faite, nous proposons d'en faire un type à part sous le nom de *Onchocerca bovis*, pour les raisons suivantes : rareté de la dilatation œsophagienne, fréquence très grande sur les Bovidés d'Europe, loca-

lisation constante dans le tissu fibreux, localisation à l'articulation fémoro-tibiale, absence de réaction nodulaire.

Au point de vue pathologique, le rôle de ce parasite paraît important, étant donné les désordres souvent très considérables qu'il détermine au niveau des tendons articulaires, et des périarthrites qui en résultent.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la propagation, dans la République Argentine, de l'épizootie des sauterelles du Mexique.* Note par M. F. **d'Herelle**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note précédente (séance du 22 mai 1911), j'ai signalé une épizootie sévissant sur les sauterelles (*Schistocer capallens* Thumb.) de l'État mexicain du Yucatan : en l'espace de deux ans le pays fut libéré des invasions périodiques qui se répétaient depuis de nombreuses années. La maladie, d'une durée de 12-36 heures, est caractérisée par une diarrhée abondante ; le contenu intestinal fournit une culture presque pure d'un cocobacille (*Cocobacillus acridiorum*, sp. nov.) que j'ai isolé et dont j'ai vérifié l'action pathogène spécifique.

Le Gouvernement de la République Argentine m'ayant demandé d'essayer l'action du cocobacille de l'épizootie du Mexique sur les sauterelles qui ravagent chaque année une partie du territoire de ce pays, j'ai commencé les expériences fin décembre 1911.

La sauterelle migratrice de la région du Parana appartient à l'espèce *Schistocerca paranensis* Burm.

J'ai commencé par exalter la virulence du cocobacille, virulence atténuée par une longue suite de cultures au laboratoire : j'ai opéré par inoculations successives à des séries de sauterelles : la mort arriva pour la première série en 36-60 heures, pour la dixième et les suivantes en 6-8 heures. Du contenu intestinal de sauterelles de la douzième série j'isolai sur gélose le cocobacille, je repiquai en tubes de gélose : ces derniers tubes servirent à ensemencer les bouillons destinés à l'infestation.

Deux expériences furent d'abord faites sur des sauterelles contenues dans de vastes cages : chacune renfermant 250 à 300 insectes.

1° Une cage est infestée avec une poignée de luzerne arrosée avec 20^{cm^3} de bouillon de culture. Au bout de 24 heures, nombreuses sauterelles mortes, plusieurs sont en partie dévorées par leurs congénères. Après 48 heures la mortalité est d'environ 50 pour 100 : la luzerne présente de nombreuses taches noirâtres constituées par les

déjections liquides des insectes atteints. Après 5 jours toutes les sauterelles sont mortes; plusieurs sont ramassées au hasard, leur contenu intestinal donne une culture presque pure du cocobacille spécifique.

2° Une cage semblable à la précédente est infestée avec quatre sauterelles mortes après injection d'une goutte de culture. Après 24 heures une vingtaine de mortes ; après 48 heures, environ 30 pour 100; après 3 jours, 80 pour 100; le quatrième jour au soir il ne reste que 5 vivantes qui sont trouvées mortes le lendemain matin. Mêmes remarques que dans l'expérience précédente.

Cage témoin semblable aux deux autres ; après 5 jours cinq mortes, sans doute à la suite de traumatismes soufferts pendant le transport ; les cadavres ne présentent rien de particulier.

Plusieurs autres séries d'expériences furent faites avec le même résultat. Le Gouvernement argentin décida alors l'infestation des taches de criquets et vols de sauterelles qui se trouvaient dans la Province de Santa-Fé.

I. *Escalada*, 16 janvier, midi. — Un demi-hectare, entouré d'appareils cypriotes pour empêcher la fuite des criquets et faciliter ainsi l'observation, est infesté avec un demi-litre de bouillon de culture de 24 heures, pulvérisé avec un appareil Vermorel.

17 janvier, 4^h soir. — Nombreux morts et malades.

19 janvier, 9^h matin. — Mortalité 40 pour 100 environ. Nombreux malades.

20 janvier, 6^h matin. — Mortalité 75 pour 100 environ. Nombreux malades.

23 janvier. — Mortalité 98 pour 100. Tous les survivants sont malades et meurent dans les 24 heures suivantes.

II. *Estancia San-Juan*, 18 janvier. — Une prairie d'environ 35^{ha}, non entourée, renferme de nombreuses sauterelles ailées; je répands sur le sol, avec la bouteille, 1^l de culture; le 23 janvier, on trouve de très nombreuses sauterelles mortes sur toute la surface de la prairie; la mortalité continue les jours suivants et s'étend aux environs. Comme il s'agit de sauterelles ailées, il est impossible d'évaluer la mortalité, ces insectes allant et venant d'un district à l'autre, un vol étant souvent remplacé par un autre d'un jour à l'autre.

III. *Matilde*, 21 janvier. — Deux taches compactes de criquets, chacune d'environ 2^{ha} de superficie, sont infestées l'une et l'autre avec 3^l de culture répandus au pulvérisateur. Après 24 heures, on observe sur toute l'étendue de la tache une mortalité considérable, de nombreux brins d'herbe sont tachés par les déjections des malades; la mortalité augmente le lendemain; pendant la nuit suivante, les criquets survivants muent et prennent leur vol.

Plusieurs autres infestations ont donné des résultats identiques.

L'épizootie se propage avec une rapidité inouïe ; peu de jours après les premières infestations, la maladie était déjà signalée dans un rayon d'une cinquantaine de kilomètres autour du premier district infesté, le cocobacille spécifique fut isolé du contenu intestinal des cadavres recueillis. La

propagation s'est certainement effectuée par des sauterelles ailées infectées dans le district d'Escalada; on sait que les sauterelles peuvent faire de très longs trajets en peu de temps; des vols de 32^{km} en une seule nuit ont été signalés dans la République Argentine.

Je dois ajouter que des sauterelles non migratrices, appartenant à des genres autres que *Schistocerca*, ont été également trouvées infectées; il s'ensuit que la propagation de l'épizootie est possible quelle que soit l'espèce de sauterelle qu'il s'agit d'exterminer.

En présence des résultats obtenus dans la Province de Santa-Fé, le Gouvernement argentin a décidé l'infestation de tous les territoires envahis par les sauterelles.

Les infestations ont été faites pour la plupart par l'auteur de cette Note; quant aux résultats énumérés, ils ne sont que le résumé des rapports des inspecteurs du Ministère de l'Agriculture chargés de suivre les essais; j'ai tenu à ce qu'il en soit ainsi pour éviter d'encourir le reproche d'exagération qu'on est toujours tenté de faire à l'auteur d'un procédé.

L'agriculture des pays tropicaux et subtropicaux se trouve désormais en mesure de lutter avantageusement et sans aucune dépense, peut-on dire, contre un insecte qui a toujours été considéré comme un véritable fléau.

MÉTÉOROLOGIE. — *Électrisation par la pluie d'une antenne de télégraphie sans fil.* (Observation faite le vendredi 9 février, vers 3^h, à l'Observatoire magnétique de Fourvière, à Lyon.) Note de M. C. **Limb**, présentée par M. Lippmann.

L'Observatoire magnétique de Fourvière possède une installation de télégraphie sans fil, destinée à la réception, au moyen de l'appareil de Ducretet et Roger, des signaux horaires émis chaque jour par le poste de la Tour Eiffel. L'antenne est formée d'un simple fil d'aluminium de $3^{mm},2$ de diamètre (8^{mm^2}) et de 50^m de longueur dans sa partie horizontale. Ce fil est tendu entre les tours sud-est et nord-ouest de la basilique, vers leur partie supérieure, à la hauteur d'environ 50^m au-dessus de la terrasse de Fourvière, soit à une altitude de 340^m au-dessus de la mer. Il descend le long de la tour nord-ouest, à 1^m de distance du mur, et aboutit à un commutateur permettant de mettre l'antenne, soit directement à la terre par un perd-fluide en cuivre de 2^{m^2} de surface, enfoui dans le sol, soit en relation avec

l'appareil de réception qui prend sa *terre* sur une conduite de gaz, dans le poste même.

Les phénomènes d'électricité atmosphérique étant fréquents et souvent intenses à Fourvière, l'antenne reste en général à la terre. Dans l'après-midi de vendredi 9 février, vers 3^h, je mis le commutateur sur les appareils de réception : aucun phénomène particulier ne se manifesta. Le temps était brumeux et pluvieux, mais non orageux. Un radiogramme fut reçu très nettement; mais quelques instants après, la pluie commençant à tomber, des crachements se firent entendre dans le téléphone récepteur. En tournant le commutateur pour établir la communication directe au perd-fluide, j'observai, un peu avant le contact, une série d'étincelles brillantes et crépitantes, assez nourries, éclatant à la distance de 5^{mm} à 6^{mm} et à raison d'au moins 2 par seconde. Ces étincelles avaient absolument l'aspect de la décharge d'une petite bouteille de Leyde, avec cette différence qu'elles se succédaient sans interruption. A ce moment la pluie tombait déjà abondamment.

La surface apparente horizontale de l'antenne, pour la longueur de 50^m et le diamètre de $3^{mm},2$, ne représente que 16^{dm^2} (soit un carré de 4^{dm} de côté) : la pluie se trouvait donc à un potentiel électrique assez élevé pour communiquer à cette surface une charge importante. Après avoir constaté le phénomène pendant une dizaine de minutes, j'établis complètement la communication au sol. Une demi-heure après, la pluie n'ayant pas cessé, je n'observai plus que de très faibles étincelles, à raison d'une par 2 minutes environ. Peut-être la pluie n'était-elle presque plus électrisée; mais il semble plus vraisemblable d'admettre que les cordes paraffinées et les isolateurs de porcelaine cannelés, qui isolent le fil à ses extrémités, se trouvaient assez mouillés, à ce moment, pour ne plus permettre à l'antenne de conserver une charge électrostatique notable. Je me propose d'isoler convenablement, sur des supports de paraffine, une plaque ou un récipient métalliques pour observer, à la prochaine occasion, ce phénomène d'électrisation par la pluie.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission du prix Jérôme Ponti, chargée de juger le concours de l'année 1912.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

MM. Émile Picard, Guignard, Zeiller, Bouvier, Maquenne, le prince Roland Bonaparte, Villard.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Lippmann, Lacroix.

L'Académie procède également, par la voie du scrutin, à la nomination des Commissions suivantes :

Commission chargée de présenter une *Question de Grand Prix des Sciences physiques*, pour l'année 1915 : MM. Ph. van Tieghem, Schlœsing père, Bouchard, Gautier, Perrier, Guignard, Lacroix.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Delage, Maquenne.

Commission chargée de présenter une *Question de Prix Vaillant*, pour l'année 1915 : MM. Ph. van Tieghem, Darboux, Lippmann, Poincaré, Gautier, Perrier, Guignard.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Baillaud, Lecornu.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. Bouchard, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *O.-M. Lannelongue* :

En première ligne	M. **Charles Richet**
En seconde ligne, par ordre alphabétique	MM. **Delorme** **Le Dentu** **A. Lucas-Championnière** **S. Pozzi** **Paul Reclus**.

Il est procédé à la lecture d'une partie des Rapports sur les travaux des candidats.

La suite de la lecture des Rapports et la discussion des titres auront lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 14 février 1912.)

Note de M. *A. Lacroix*, Les volcans du centre de Madagascar. Le massif de l'Ankaratra :

Page 480, ligne 8, *au lieu de* sud-ouest, *lire* sud-est.

N° 9.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 26 Février 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 9.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMMISSIONS.

COMITÉ SECRET.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 10 (4 Mars 1912).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5ʰ. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Messieurs, nous avons pu lire récemment que notre Confrère, M. Alfred Picard, venait d'être nommé à la Vice-Présidence de ce Corps très important et très indépendant qu'est le Conseil d'État. J'espère être votre interprète en félicitant M. Alfred Picard de cet honneur si mérité.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection, faite par l'Académie, de M. *Pierre Puiseux* pour occuper, dans la Section d'Astronomie, la place vacante par le décès de M. *Radau*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **P. Puiseux** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** invite les personnes qui désirent occuper l'un des deux postes d'étude que M. le Ministre de l'Instruction publique a acquis pour la France au *Laboratoire international du Mont Rose*, à envoyer leur demande à l'Académie des Sciences.

MINÉRALOGIE. — *Les roches grenues, intrusives dans les brèches basaltiques de la Réunion : leur importance pour l'interprétation de l'origine des enclaves homœogènes des roches volcaniques.* Note de M. **A. Lacroix.**

L'une des raisons qui m'ont conduit à entreprendre l'exploration géologique de la Réunion était la recherche de l'origine d'une syénite alcaline, recueillie autrefois en blocs dans la rivière Saint-Étienne, syénite identique [1] aux sanidinites de Lagoa de Fogo aux Açores. Sa composition, si différente de celle de la plupart des roches de l'île, posait une série de problèmes, dont la solution importait à des recherches que je poursuis depuis longtemps.

Non seulement j'ai trouvé en place cette roche et constaté qu'elle constitue des corps géologiques distincts, mais encore j'ai recueilli sur tout un cortège de roches grenues, une série d'observations, dont la portée dépasse l'intérêt particulier qui s'attache à la connaissance plus complète d'un centre éruptif déterminé. Ce sont surtout des conséquences d'ordre général que je me propose d'esquisser dans cette Note.

Lorsqu'après avoir remonté le cours inférieur des vallées, qui sont entaillées dans l'épaisse succession de coulées basaltiques formant une ceinture périphérique ininterrompue au massif du Piton des Neiges, on arrive dans ces grands cirques (Cilaos, Salazie, etc.), qui sont l'un des traits caractéristiques de la topographie de la Réunion, on se trouve en présence de hautes falaises, formées par des brèches basaltiques très zéolitisées ; sur leurs parois dénudées, constamment mises à vif par des éboulements, apparaît un nombre considérable de sills plus ou moins horizontaux et de dykes, verticaux ou obliques, rectilignes ou singulièrement sinueux. La plupart d'entre eux sont de nature basaltique, mais il existe aussi quelques trachytes; enfin, les roches qui vont m'occuper font partie de ce complexe intrusif et filonien ; elles sont de nature fort variée, ce sont en effet des syénites, des gabbros, des péridotites.

Toutes celles que j'ai trouvées en place forment, soit des sills beaucoup plus épais que ceux des basaltes, tel celui de la syénite de la Chapelle qui, après avoir été horizontal, se redresse pour former le Piton du Pain de

---

(1) A. Lacroix, *Les enclaves des roches volcaniques*, 1893, p. 393.

Sucre, soit des dykes plus ou moins puissants [syénite près du « Dolmen », sur le sentier conduisant au Bras Rouge; gabbro à affinités monzonitiques du lit du Bras Rouge, dans le cirque de Cilaos; péridotites et gabbros de la rivière du Mât (¹), dans le cirque de Salazie]. Les uns et les autres sont encaissés dans la brèche basaltique; ils longent parfois des sills basaltiques et sont coupés souvent par des filons minces de basalte.

Voici brièvement résumées les caractéristiques minéralogiques des principales de ces roches :

Les *syénites* sont surtout constituées par des feldspaths (orthose en microperthite avec de l'anorthose et de l'albite) enchevêtrés, englobant un diopside qui se transforme en ægyrine; ils sont moulés par de l'ægyrine, de la katophorite et du quartz. Des formes de bordure sont caractérisées par un aplatissement progressif des feldspaths; ce sont des *sölvsbergites*. A signaler aussi des syénites à biotite et pyroxène renfermant un peu de plagioclase et possédant une structure grenue à grands éléments.

Les gabbros présentent des types plus nombreux par suite de la variation du pourcentage des éléments colorés et de la nature de ceux-ci : augite seule, augite associée à olivine, ou olivine seule. Les plus intéressantes de ces roches consistent en types très riches en olivine, à plagioclases très basiques; elles passent à des péridotites et rappellent alors par leurs particularités de structure et de couleur la *harrisite*.

Dans les types contenant davantage d'augite, les feldspaths s'aplatissent et il existe des passages ménagés à la structure ophitique. Les gabbros sans péridot, et particulièrement ceux qui sont très feldspathiques, passent à des roches à structure miarolitique qu'un examen microscopique superficiel pourrait faire prendre pour des variétés de syénites, qui seraient riches en éléments colorés.

Il me faut signaler aussi des gabbros essexitiques renfermant une petite quantité de néphéline.

Enfin, les péridotites sont surtout des dunites, exclusivement constituées par de l'olivine et passant parfois à des wehrlites par apparition de diopside. Certaines de ces roches ont un aspect insolite; elles rappellent par leur aspect extérieur les météorites silicatées noires; en lames minces, on voit que les fissures de l'olivine sont remplies par de la magnétite, associée à un peu d'antigorite; cette transformation a rendu ces roches magnétiques.

Ces gabbros et ces péridotites sont traversés par des filonnets de microgabbros très finement grenus, dépourvus de péridot et très mélanocrates. J'ai recueilli dans le Bras Rouge des blocs roulants d'un gabbro très basique traversé par des veines leucocrates à affinités monzonitiques; un échantillon uniquement formé par un de ces derniers types est sillonné de veinules

(¹) Certaines de ces dernières roches ont été signalées en 1876 par M. Ch. Vélain. Dans ses publications sur la Réunion, le Dʳ Jacob de Cordemoy les considérait comme des roches anciennes.

d'une microsyénite quartzifère, riche en ægyrine. Parmi ces diverses roches intrusives, les plus basiques ont donc été les premières formées.

Le fait capital, qui résulte de ces observations, réside dans la démonstration de l'existence de roches grenues à faciès plutonique, traversant des brèches volcaniques d'âge tertiaire et probablement d'un tertiaire très récent; elles fournissent en outre la preuve que de semblables roches peuvent se produire sous une couverture de quelques centaines de mètres seulement de matériaux épanchés; l'abondance d'énormes blocs de ces diverses roches dans les plus hauts ravins du Bras Rouge montre, en effet, qu'en outre des gisements que j'ai touchés, il en existe d'autres, dans les falaises du Piton des Neiges et du Grand Bénard, qui couronnent le massif. J'ai formulé antérieurement la même conclusion, au sujet de roches grenues intrusives, que j'ai rencontrées en place dans les brèches andésitiques *pliocènes* du Cantal ([1]). En dépit de leur haute cristallinité et de leur structure, comparable à celle qui est généralement considérée comme spécifique des roches profondes, ces roches ne sont donc pas abyssiques; elles sont à peine hypabyssiques, ce sont presque des roches superficielles, consolidées en tout cas à l'intérieur de l'appareil volcanique. Il semble de plus en plus évident que l'importance de la profondeur sur la cristallinité des roches dérivant des magmas fondus a été jusqu'ici considérablement exagérée; cette condition est évidemment favorable, mais elle n'est pas nécessaire pour la production de roches granitoïdes. Comme autre conséquence, il faut s'habituer à l'idée que les roches possédant la structure grenue peuvent avoir un âge extrêmement récent; je ne doute pas pour ma part qu'il ne s'en forme actuellement dans les flancs des volcans actifs; l'existence des fragments de micronorite quartzifère à gros grains, rejetés par l'éruption de la Montagne Pelée du 30 août 1902, et arrachés au dôme alors en voie de formation ([2]), constitue un commencement de preuve en faveur de cette opinion.

La courte description pétrographique donnée plus haut conduit à comparer les roches grenues de la Réunion à celles des Hébrides, qu'ont fait connaître les géologues anglais et notamment Sir Arch. Geikie, MM. Judd, Teall, et plus récemment M. Harker. Ce dernier savant a mis en évidence que, dans cette région, le cycle d'activité éruptive comprend trois phases distinctes; une phase volcanique, une phase de grandes intrusions pluto-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 541.

([2]) *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 544.

niques et enfin une dernière, caractérisée par la production de dykes et de sills. Les roches de la Réunion doivent, aux points de vue minéralogique et structurel, être parallélisées avec celles des deux dernières phases, mais, il n'y a aucune raison pour penser à une discontinuité dans les phénomènes volcaniques, qui ont édifié le massif du Piton des Neiges; non seulement les roches grenues y forment des gisements en place, mais elles se trouvent aussi en blocs dans les tufs de projection les plus récents, et j'ai recueilli de leurs fragments dans les dernières coulées basaltiques. Il n'y a donc pas eu de phase plutonique, ni de phase de petites intrusions *distinctes*, mais des intrusions, *intercalées dans une phase volcanique* d'une très longue durée.

Je me propose de discuter prochainement sur une base chimique les relations mutuelles de l'ensemble des roches du volcan et en particulier la question de savoir s'il existe parmi les roches épanchées des types de composition semblable à celle de chacune de ces roches grenues, afin d'établir si les sills et les dykes, qu'elles constituent, doivent être regardés comme faisant partie de cheminées ayant amené au jour ces laves, ou bien s'ils résultent de la consolidation de portions du magma, qui ne sont pas venues au jour; dès à présent, j'ai la preuve que plusieurs des gabbros ont strictement la composition de certains basaltes épanchés.

A un point de vue plus général encore, toutes ces roches grenues apportent une vive lumière sur l'origine des *enclaves homœogènes* des roches volcaniques. Depuis quelque 20 ans, j'ai poursuivi, et dans un très grand nombre de régions volcaniques, l'étude de cette question sous toutes ses formes.

J'ai montré d'abord ([1]) que toutes les catégories de laves amènent au jour des enclaves grenues de cet ordre et je me suis attaché à établir toutes leurs modalités minéralogiques et structurelles pour chaque famille pétrographique. Plus tard, la région du Mont-Dore m'a permis de montrer ([2]) le parti qu'on peut tirer de la considération de l'ensemble des enclaves homœogènes d'une roche volcanique donnée, ensemble fournissant en quelque sorte l'arbre généalogique de tous les types que peut former par différenciation progressive le magma d'où provient la roche volcanique considérée. Plus récemment enfin, l'étude du volcan de Santorin ([3]) m'a

---

([1]) *Les enclaves des roches volcaniques*, 1893.
([2]) *Comptes rendus*, t. 133, 1901, p. 1033.
([3]) *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 971.

conduit à une nouvelle généralisation, à l'établissement des rapports que cet ensemble des enclaves homœogènes présente non plus seulement avec la roche volcanique qui les englobe, mais encore avec le complexe des roches éruptives constituant la province pétrographique tout entière.

On peut se demander en outre quel est le siège de la formation de ces enclaves. Deux cas principaux paraissent être réalisés. Dans l'un, les enclaves ont pu se produire dans la portion du magma qui les renferme et cela au cours de sa montée souterraine, grâce à une différenciation par cristallisation ; dans l'autre, les enclaves seraient des débris de roches résultant d'une différenciation bien plus ancienne et ayant constitué des corps géologiques distincts; ce seraient des débris arrachés au cours de son ascension souterraine par une portion du magma restée fluide.

La démonstration de la réalité du premier cas est facile à donner, car on trouve parfois tous les intermédiaires entre de volumineux *glaçons de cristaux* et la réunion de quelques-uns seulement des phénocristaux de la roche. Ce mode de genèse explique pourquoi ce type d'enclaves homœogènes est toujours plus basique que la roche enveloppante.

Semblable démonstration n'a pu être fournie jusqu'ici pour le second cas et souvent même, en présence d'enclaves de composition minéralogique très différente de celle de la lave enveloppante, une discussion serrée est nécessaire pour démêler les relations génétiques possibles entre ces diverses roches; est-il besoin de rappeler à cet égard les divergences d'opinion auxquelles ont donné lieu les nodules à olivine, que beaucoup de pétrographes ont considérés ou considèrent encore comme n'étant qu'occasionnellement liés aux basaltes qui les renferment (enclaves énallogènes).

Les observations, qui font l'objet de cette Note, apportent la démonstration désirée. Si, en effet, les cirques de Cilaos et de Salazie n'étaient pas creusés, les fragments de syénites, de gabbros, de péridotites épars dans les tufs et les coulées récentes, ne se distingueraient en rien des enclaves homœogènes des centres volcaniques les plus divers, tel est d'ailleurs le cas des fragments de quelques-unes de ces mêmes roches, qui abondent dans les projections du volcan actif de la Réunion (cratère Bory). Cette comparaison peut être d'ailleurs poussée très loin, les syénites à katophorite ne diffèrent en rien des sanidinites des Açores, leur structure est celle des sanidinites de la Somma, de Menet (Cantal), de Monac (Haute-Loire); les gabbros à olivine sont comparables à quelques-uns de ceux rejetés par la dernière éruption de Saint-Vincent ; les types miarolitiques sont semblables à une catégorie d'enclaves fréquente dans les roches

volcaniques du Mont-Dore; des gabbros essexitiques identiques à ceux de Cilaos abondent dans les tufs basaltiques du Mont-Dore, etc.

Grâce à l'érosion, qui a entamé le massif du Piton des Neiges, on peut y voir ces mêmes roches en place, étudier leurs relations mutuelles et voir en définitive que les types pétrographiques, qui constituent les enclaves homœogènes en général, ont pu se consolider *dans l'appareil volcanique lui-même* et non pas, comme on l'admet généralement, comme je l'ai moi-même pensé jusqu'ici, exclusivement à une grande profondeur.

M. Bigourdan présente une brochure publiée par le Bureau des Longitudes et intitulée : *L'Éclipse de Soleil du* 17 *avril* 1912; c'est principalement la reproduction d'une Notice de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1911, mais augmentée d'une Carte et des dispositions prises pour donner l'heure aux observateurs, par l'intermédiaire des signaux radiographiques de la tour Eiffel.

On connaît les circonstances rares que présente cette éclipse : elle sera totale en certains points et annulaire dans d'autres. Elle est surtout favorable pour déterminer la position de la ligne de centralité et la grandeur relative des diamètres apparents du Soleil et de la Lune.

M. Bigourdan propose de réunir les observateurs trois par trois, dont un placé sur la ligne supposée de centralité, et les deux autres, un de chaque côté, à une distance petite, mais suffisante pour que l'éclipse y soit seulement partielle.

Ces derniers mesureraient chacun la distance minima f des bords du Soleil et de la Lune, vers le moment de la conjonction, et la comparaison de leurs résultats donnerait immédiatement la position de la ligne de centralité. Quant à la grandeur relative des diamètres, elle se déduirait surtout des observations faites sur la ligne de centralité.

La mesure de la distance f peut être faite directement. On pourra également, et mieux encore peut-être, la déduire des angles de position des points d'intersection du disque noir de la Lune avec le disque brillant du Soleil; mais, dans l'un et l'autre cas, il faut un instrument bien installé, entraîné même par un mouvement d'horlogerie. Autant que possible, les deux observateurs devront avoir des instruments de même puissance optique.

Un instrument analogue sera nécessaire aussi à l'observateur placé sur la ligne de centralité, à cause surtout de la rapidité avec laquelle se succéderont les apparences au milieu de l'éclipse.

L'emploi de la photographie est particulièrement indiqué pour les mêmes déterminations.

M. **Gustav Retzius** fait hommage à l'Académie du Tome XVI (*Neue Folge*) de ses *Biologische Untersuchungen*.

MÉMOIRES LUS.

Sur le traitement spécifique des plaies, par MM. **Leclainche** et **Vallée**.

A de rares exceptions près, la sérothérapie spécifique est restée limitée jusqu'ici dans ses applications au traitement des infections ou des intoxications généralisées.

Nous avons tenté d'utiliser les propriétés d'un sérum spécifique dans le traitement des plaies. Il nous a paru qu'une telle médication devait réaliser les desiderata de la chirurgie moderne en permettant de renoncer aux antiseptiques, non seulement pour les plaies aseptiques, mais aussi pour certaines plaies infectées.

Le sérum doit à la fois recouvrir les surfaces d'un enduit protecteur favorable à la vitalité des cellules et apporter aux phagocytes des anticorps stimulant leur action phagogène.

Un tel sérum doit être polyvalent et capable d'assurer la destruction des germes qu'on rencontre habituellement dans les plaies infectées. Pour l'obtenir, nous avons soumis le cheval à un traitement immunisant à l'aide des espèces microbiennes suivantes : staphylocoques et streptocoques de variétés diverses, colibacilles et pyocyaniques de souches multiples. Le sérum devant être riche en agglutinines et en lysines, en sensibilisatrices, nos animaux ont été immunisés par la voie sous-cutanée et par des inoculations répétées.

Les corps microbiens employés sont issus de cultures sur la gélose ou sur le milieu de Maurice Nicolle (gélose à la pomme de terre). Le mélange des variétés microbiennes cultivées est opéré à parties égales. Les corps microbiens, tués par l'alcool-éther, sont ensuite desséchés et conservés à sec, dans le vide, à la glacière.

Pour l'emploi, les germes desséchés sont pesés, broyés au mortier d'agate, puis émulsionnés dans la solution physiologique de chlorure de sodium. On injecte de 5^{mg} à 50^{mg} de corps microbiens secs, correspondant à un poids dix fois plus élevé de microbes frais. Les inoculations sont faites tous les huit jours, avec des doses croissantes. Après plusieurs mois de traitement, les traités supportent l'injection de 50^{cg} de microbes frais, tout en présentant de vives réactions locales et des poussées d'hyperthermie.

Le sérum obtenu est très riche en agglutinines et en sensibilisatrices. L'épreuve de la déviation du complément indique que ces dernières sont capables de fixer des quantités d'alexine fraîche de cobaye souvent supérieures à 1^{cm^3}, soit sur le mélange microbien utilisé pour le traitement, soit sur l'un quelconque des germes qui le composent.

Ces sensibilisatrices, qui représentent le ferment essentiel de la digestion intra-leucocytaire des microbes, agissent comme pourrait le faire un antiseptique rigoureusement spécifique et elles sont apportées dans un véhicule sans doute favorable à la vie cellulaire et à coup sûr incapable de la troubler.

Nous avons employé ou fait employer ce sérum dans le traitement des accidents les plus divers : plaies anciennes ou atones étendues et cavités suppurantes. Après un lavage à l'eau bouillie, on fait une application de sérum liquide ou de sérum desséché et pulvérulent.

Le détail des observations recueillies ne saurait trouver place ici. Dans tous les cas la durée de la cicatrisation a été notablement abrégée et elle s'opère, le plus souvent, avec une surprenante rapidité.

Les essais comparatifs de traitement avec du sérum normal de cheval démontrent le rôle des autres corps spécifiques du sérum polyvalent. Comme on peut le prévoir, la médication n'est pleinement efficace que si les plaies traitées ne renferment, comme agents actifs de désintégration des tissus, que des espèces ayant servi au traitement des producteurs de sérum. Ainsi l'on n'obtient que de médiocres résultats dans le traitement des cavités suppurantes provoquées par l'inoculation du bacille pesteux (observations de MM. Prévot et Ramon).

Malgré ces réserves, la thérapeutique chirurgicale nous paraît devoir bénéficier largement de l'emploi d'un sérum obtenu dans les conditions précitées.

CORRESPONDANCE.

M. **Henri Lecomte** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Bornet*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Geologische Karte der Schweiz* $\frac{1}{500\,000}$, herausgegeben von der Schweiz. geolog. Commission, II. Auflage, 1911.

2° *Étude sur l'origine astronomique de la chronologie juive*, par M. D. Sidersky. (Présenté par M. Bigourdan.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la formation des cirques lunaires avec reproduction expérimentale.* Note (1) de M. **Émile Belot**, présentée par M. H. Deslandres.

A la séance du 3 janvier 1912 de la Société astronomique de France, présidée par M. P. Puiseux, j'ai indiqué un mode de reproduction des reliefs et cirques lunaires, basé sur les tourbillons cellulaires de M. Bénard, mais réalisé par un processus tout différent de celui de MM. Dauzère et Bernard (*Comptes rendus* du 29 janvier 1912).

A la surface des tourbillons cellulaires, les courants sont convergents vers les sommets ternaires du réseau. Les scories surnageant un liquide s'accumulent donc aux sommets relativement froids et les vapeurs de l'atmosphère surmontant le liquide se condensent d'abord en ces points où la croûte contractée augmente de densité et où le poids de l'eau condensée augmente la charge de la croûte. Ainsi les sommets s'enfonceront, devenant le centre d'un lac dont l'eau refroidit les parois et en augmente l'épaisseur et la densité. Malgré la faible quantité d'eau supposée à la surface de la Lune, les lacs lunaires pourront avoir une grande profon-

(1) Présentée dans la séance du 12 février 1912.

deur parce que la condensation est limitée à certains points isolés tant que le milieu du réseau polygonal dépasse 365°, température critique de l'eau. Cette condensation locale cessera quand l'atmosphère ne contiendra presque plus de vapeur d'eau.

Mais l'eau peut s'échapper d'un lac lunaire par voie souterraine, déterminant la formation de volcans autour d'un cirque. La cuvette du cirque ainsi allégée remontera tout d'une pièce, formant un rempart à pentes raides vers l'intérieur et à pentes douces vers l'extérieur. L'enfoncement du cirque aura déterminé dans la croûte des plissements rayonnants laissant leur trace sur le rempart et facilitant l'action volcanique par des lignes de rupture. Les cirques présenteront des gradins, car l'exhaussement de leurs fonds sera intermittent comme l'action volcanique.

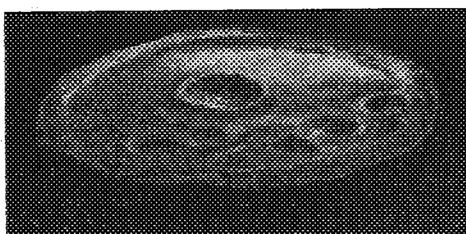
Tant que la température des plaines lunaires dépassera 365°, un second processus de condensation pourra se produire sur les cirques qui seront alors à double enceinte. Mais finalement, pendant la longue nuit lunaire, la vapeur d'eau se condensera sur toute la surface encroûtée et y sera absorbée. Admettons que la surface des cirques soit $\frac{1}{100}$ de celle de la Lune et qu'ils aient une profondeur moyenne de 2000^m, chaque mètre carré n'aura que 20^m d'eau à absorber, ce qui est possible s'il existe sur la Lune une épaisseur moyenne de 40^m de matériaux calcaires retenant en eau 20 pour 100 de leur poids. Considérons maintenant la cuvette cylindrique d'un cirque remplie d'une hauteur de 3000^m d'eau et affleurant à ce moment le niveau de la surface lunaire : si sur cette cuvette surnage un liquide vitreux de densité 2,5, lorsque l'eau aura disparu, le rempart émergera de 1200^m et le fond du cirque sera à 1800^m au-dessous de la surface de la Lune ; cette dépression du fond caractérise en effet les cirques lunaires.

Reproduction des reliefs lunaires. — Sur de l'eau à 60°, versons de la paraffine fondue et attendons l'apparition du réseau polygonal à la surface. Avec une pipette, versons lentement un filet d'eau *froide* sur les sommets du réseau. Une dépression profonde se produit, plissant radialement la surface à grande distance. Si alors on enlève progressivement en une ou plusieurs fois l'eau du cirque formé, celui-ci se soulève tout d'une pièce, produisant un rempart saillant avec fond notablement au-dessous de la surface (*fig.* 1 et 2). Un second remplissage suivi d'enlèvement de l'eau produit un double rempart (*fig.* 3). Certains cirques, ainsi formés, ont un piton central.

Pour reproduire le volcanisme, on verse la paraffine sur de l'eau alcaline chaude ; on forme un cirque comme il est dit plus haut, et l'on y dépose quelques gouttes *chaudes* d'une solution acidulée, qui percent la croûte du cirque, pénètrent la solution alcaline et y déterminent une effervescence limitée. Le gaz remonte à la surface avec de la paraffine fondue qui viendra par un cratère se solidifier au fond du cirque (*fig.* 3).

En augmentant la quantité d'eau acidulée, le volcanisme est porté à son paroxysme ; alors toute la croûte de la préparation se soulève, déterminant par endroits des effondrements (*fig.* 4) suivant les vues de M. P. Puiseux.

Les expériences de M. Dauzère n'expliquent pas les diverses particularités dont rend compte l'intervention de l'eau dans notre théorie. La rareté de l'eau sur notre satellite explique le peu d'importance de la surface totale



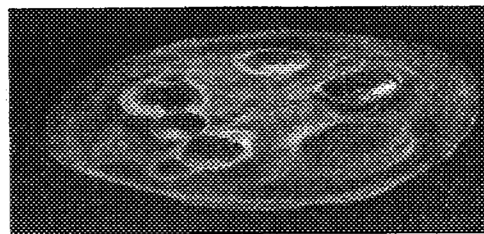


Fig. 1 et 2. — Reproduction en paraffine des cirques lunaires avec fissures rayonnantes et pitons centraux.

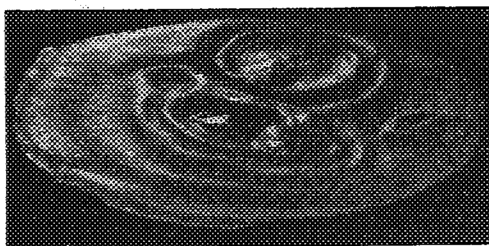


Fig. 3. — Reproduction des doubles remparts et du volcanisme avec épanchement central de matière.



Fig. 4. — Volcanisme exagéré avec soulèvement et affaissement d'ensemble de la croûte.

des cirques, leur absence dans la région arctique, leur grand nombre dans l'hémisphère austral si l'eau, comme sur la Terre, a été plus abondante dans l'hémisphère sud. Sur ces deux astres, l'extension du volcanisme est aussi en rapport avec celle de l'eau.

La production de tourbillons cellulaires et d'accidents géométriques (mers et cirques) a dû exiger l'absence à la surface de la Lune de mouvements violents comme ceux d'une rotation rapide ou de marées de grande amplitude. L'examen des reliefs lunaires semble donc contredire les conclusions de Darwin au sujet de l'origine de la Lune.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques points de la théorie des fonctions sommables.* Note de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

La lecture d'une Note fort intéressante de M. Borel, imprimée dans le numéro du 12 février, me fait reprendre une tâche que je me suis proposée déjà plusieurs fois, sans l'accomplir. Il s'agit d'exposer, par une voie simple et élémentaire, la belle et importante théorie des fonctions sommables. C'est précisément cette même tâche que se propose, entre autres, M. Borel. J'ai imaginé une voie qui diffère un peu de celle suivie par M. Borel; elle est, à ce qu'il me semble, plus conforme aux idées de M. Lebesgue lui-même.

Le raisonnement de M. Borel est basé sur ce que j'ai appelé autrefois *convergence en mesure* (M. Borel dit : asymptotique). Le fait essentiel dont il se sert consiste en ce que l'on peut, avec une précision arbitraire, approcher *en mesure* les fonctions sommables par des polynomes.

Or, en ce qui concerne les suites convergentes en mesure, M. Weyl et moi, nous avons démontré que de toute cette suite on peut tirer une suite partielle, laquelle tend effectivement vers la fonction limite, sauf peut-être pour un ensemble de mesure o ([1]). D'autre part, d'après M. Lebesgue, toute suite convergente converge aussi en mesure. Par conséquent, on pourra éviter l'emploi de la notion un peu difficile de convergence en mesure.

Quant à l'application des polynomes, je préfère employer les *fonctions simples*. J'entends par fonction simple toute fonction, définie sur un intervalle (a, b), n'y admettant qu'un nombre fini de points de discontinuité, et constante sur chacun des intervalles partiels contigus. Quant aux points de discontinuité, j'y suppose, pour fixer les idées, $f(x) = \frac{1}{2}[f(x-0)+f(x+0)]$. Pour ces fonctions, le problème d'intégration devient trivial. De plus, leur emploi est conforme soit aux idées de Riemann, soit à celles de M. Lebesgue ([2]).

([1]) H. Weyl, *Ueber die Konvergenz von Reihen, die nach Orthogonalfunktionen fortschreiten* (*Math. Ann.*, t. LXVII, p. 225-245). — F. Riesz, *Sur les suites de fonctions mesurables* (*Comptes rendus*, t. 148, p. 1303-1305).

([2]) H. Lebesgue, *Sur les intégrales singulières* (*Ann. Fac. Sc. Toulouse*, 3e série,

Mais les remarques que je viens de faire ne portent que sur des questions de détail. Il y a encore un point beaucoup plus délicat à discuter. Il s'agit d'exposer une théorie *élémentaire*. Il serait difficile de définir ce qu'on entend par *élémentaire ;* mais un terme de comparaison nous est fourni par la rapidité avec laquelle les théories deviennent familières. Or, si la théorie de M. Lebesgue ne l'est pas encore à tous ceux qui s'occupent de l'Analyse, c'est parce qu'*elle est précédée d'une étude approfondie des ensembles mesurables*. Peut-on se débarrasser de l'emploi de cette notion générale ou, au moins, peut-on l'ajourner?

Pour fixer les idées, je n'envisagerai que des fonctions bornées. Je ne me sers que de la notion d'ensemble de mesure nulle. On entend par là tout ensemble qui peut être enfermé dans un ensemble fini ou dénombrable d'intervalles, de somme arbitrairement petite. Il suit immédiatement que : 1° tout sous-ensemble, 2° la somme d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable de tels ensembles est aussi de mesure nulle.

Considérons une suite $[f_n(x)]$ de fonctions bornées, définies sur l'intervalle (a, b). Je dirai que cette suite *tend d'une façon simple* vers la fonction bornée $f(x)$ si : 1° les fonctions $f_n(x)$ sont bornées dans leur ensemble; 2° $f_n(x)$ tend vers $f(x)$ pour tous les x, sauf peut-être pour un ensemble de mesure nulle.

Cela posé, soit $f(x)$ telle qu'il existe une suite de fonctions simples $[f_n(x)]$, tendant d'une façon simple vers $f(x)$. Dans ce cas, j'appelle $f(x)$ une *fonction sommable*, et je pose, par définition,

$$\int_a^b f(x)\,dx = \lim_{n=\infty} \int_a^b f_n(x)\,dx.$$

Pour légitimer cette définition, on aura à démontrer deux théorèmes :

I. *Lorsque la suite des fonctions simples* $[f_n(x)]$ *converge d'une façon simple, la suite des* $\int_a^b f_n(x)\,dx$ *converge.*

II. *Lorsque la suite des fonctions simples* $[f_n(x)]$ *tend d'une façon simple vers* o, *on a aussi* $\int_a^b f_n(x)\,dx \to 0$.

Je n'insiste pas sur les démonstrations. Tout revient à appliquer, au cas

---

t. I, p. 25-117). — F. Riesz, *Ueber Systeme integrierbarer Funktionen* (*Math. Ann.*, t. LXIX, p. 449-497).

particulier des fonctions simples, des raisonnements déjà faits, portant sur des cas plus généraux. Il est presque évident qu'on n'aura pas besoin de la théorie générale de la mesure.

On pourrait aller encore plus loin en démontrant, par exemple, toujours à l'aide des fonctions simples, que lorsqu'une suite de fonctions sommables $[f_n(x)]$ converge d'une façon simple, la fonction limite $f(x)$ est aussi sommable et que, de plus, $\int_a^b f_n(x)\,dx \to \int_a^b f(x)\,dx$. Donc *les fonctions sommables constituent quelque sorte de classe fermée*.

Mais on pourra aussi se contenter d'avoir introduit la notion de fonction sommable et celle de l'intégrale, sans utiliser la théorie générale de la mesure; cela fait, on cherchera à regagner le chemin suivi par M. Lebesgue. On remarquera d'abord que de la définition découlent immédiatement les faits principaux portant sur les fonctions sommables; entre autres, il en résulte *la sommabilité du produit et les inégalités fondamentales*. Cela étant, pour définir les ensembles mesurables et leur mesure, on n'aura qu'à considérer les fonctions sommables prenant exclusivement les deux valeurs 0 et 1. De plus, en multipliant les fonctions sommables par ces fonctions spéciales, on sera conduit à envisager l'intégrale prise sur un ensemble mesurable.

Enfin, il convient d'observer que les fonctions sommables, comme nous venons de les définir, sont identiques à celles sommables au sens de M. Lebesgue; ce qui est d'ailleurs un fait bien connu. Mais il sera aussi intéressant de remarquer que la théorie de Riemann peut aussi être attachée, d'une façon bien simple, à l'ordre d'idées que nous suivons. Les fonctions intégrables au sens de Riemann sont caractérisées par le fait qu'elles peuvent être approchées d'une façon simple par des fonctions simples, et cela de sorte que la convergence soit *uniforme aux environs* de tous les x, sauf peut-être pour un ensemble de mesure nulle. On dit, d'après M. Pringsheim, que $f_n(x)$ tend uniformément vers $f(x)$ aux environs du point x_0, quand, à tout nombre positif ε, correspond un voisinage de x_0 et un nombre n tels que les inégalités $|f_\nu(x) - f(x)| < \varepsilon$ sont vérifiées pour tous les $\nu \geq n$ et pour tous les points x appartenant au voisinage.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le gyroptère.* Note [1] de MM. **Papin** et **Rouilly**, présentée par M. L. Lecornu.

Le *gyroptère* est un hélicoptère, à hélice unique, dans lequel le point d'appui indispensable à la formation d'un couple moteur, au lieu d'être pris sur une deuxième hélice tournant en sens contraire, ainsi qu'on le fait d'ordinaire, est plus simplement emprunté à l'air ambiant grâce à l'emploi de jets d'air comprimé fournis par l'appareil moteur. Ces jets d'air actionnent l'hélice en jouant exactement ici le rôle des jets de vapeur dans l'éolipyle ou des jets d'eau dans le tourniquet hydraulique.

Les auteurs, se basant en cela sur leurs expériences, estiment, en effet, que l'insuccès des tentatives antérieures tient beaucoup moins à l'importance de la force motrice nécessitée par l'hélicoptère qu'à de véritables impossibilités constructives dues à la multiplicité des axes et aux autres organes mécaniques, à la résistance des matériaux usuels et aux limites de poids imposées.

C'est dans cet esprit qu'ils ont créé leur *gyroptère*, véritable aile tournante, propulsée par réaction et dépourvue de tout axe mécanique moteur.

Ce qui caractérise encore l'appareil, c'est que son hélice, largement inspirée de l'exemple d'hélice naturelle qu'est la feuille porte-graine du sycomore, est, comme elle, *à une seule branche* et trouve, comme elle aussi, son équilibre autour d'un centre de giration sensiblement invariable aux divers régimes de vitesse en vertu des lois générales qui régissent l'équilibre de tout corps dissymétrique tournant dans l'espace tel que : boulets ramés, lassos, boomérangs, etc.

C'est en ce centre naturel de giration qu'est logée la nacelle, sorte de panier, contenu dans le corps de l'appareil, porté et guidé par lui, mais libre toutefois de garder son immobilité relative ou même de prendre, au gré de l'aviateur, une orientation propre, réglable et modifiable à tout instant par les moyens du bord.

En cas d'arrêt subit du moteur, grâce à une répartition des poids et à des angles de voilure convenables, le *gyroptère* prend de lui-même une position telle que sa chute se fasse, comme celle de la feuille de sycomore, avec une vitesse très ralentie. Au contraire, une manœuvre spéciale devient nécessaire pour obtenir l'inclinaison différente qui convient à l'ascension. Grâce à cet arrangement, la position de descente est

---

[1] Présentée dans la séance du 26 février 1912.

automatiquement réalisée, ce sens initial de rotation est maintenu et la descente freinée succède à l'ascension sans changement brusque de régime, et sans à-coups.

La progression horizontale est réalisée au moyen d'une légère inclinaison de l'axe de l'hélice qui devient ainsi, suivant un principe connu, tour à tour sustentatrice ou propulsive, ou les deux à la fois, grâce à une suffisante réserve de force motrice.

Par raison d'équilibrage, le groupe moteur-ventilateur destiné à comprimer l'air nécessaire à la propulsion de l'hélice est disposé à contre-sens de l'aile par rapport à la nacelle et voisin de celle-ci. Les provisions d'huile et d'essence sont contenues dans une sorte de coque enveloppant la nacelle; cette coque sur laquelle sont assemblées les membrures de l'appareil supporte celui-ci lorsqu'il prend contact avec le sol ou l'eau, et lui tient lieu de roue dans le premier cas et de flotteur dans le second.

Le moteur, du type rotatif, porte la couronne d'aubes du ventilateur, directement implantée sur sa périphérie et bénéficie ainsi de son action réfrigérante tout en restituant au circuit des calories partiellement utilisables sous forme d'accroissement du volume comprimé.

L'axe du moteur est vertical ou à peu près, de manière à réduire au minimum les effets gyroscopiques.

La nervure de l'aile est évidée pour former conduit d'air et se termine par des tuyères convergentes, le tout disposé de manière à n'offrir à la translation qu'une résistance faible et d'ailleurs fixée par des essais directs.

Des commandes par air comprimé relient la nacelle fixe à l'aile mobile et transmettent à celle-ci les actions mécaniques nécessaires lors des diverses manœuvres, en particulier : réglage du débit d'air comprimé et réglage de l'inclinaison de l'aile, celle-ci devant être modifiable à tout instant et même parfois dans l'intervalle d'un tour.

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherche de très faibles quantités de matière par voie électrométrique directe*. Note de M. A. **Grumbach**, présentée par M. Lippmann.

Quand on verse quelques gouttes d'une solution de bichromate de potassium dans un vase contenant une solution sulfurique, communiquant avec un deuxième vase contenant la même solution acide, deux électrodes de platine, plongeant respectivement dans chacun d'eux et reliées aux bornes d'un électromètre capillaire, permettent de mesurer une force électromotrice qui peut servir à indiquer la présence de faibles quantités d'acide chromique.

L'appareil était monté de la manière suivante :

Entre les vases munis d'électrodes était placé un vase de garde relié aux deux autres par des siphons; le niveau du liquide était plus bas dans le vase à réaction que dans le vase de garde, et dans celui-ci que dans le second vase à électrode; on évite ainsi le mélange des liquides. Si l'on emploie l'électromètre comme instrument de zéro, on

mesure la différence de potentiel de dissymétrie avant et après l'expérience; si l'on opère par compensation, on place un condensateur en série sur l'un des pôles de l'électromètre, suivant un procédé indiqué par M. Lippmann.

L'électromètre employé donnait moins de $\frac{1}{20000}$ volt; j'ai déterminé sa sensibilité à la production d'acide chromique par la réaction indiquée plus haut; à diverses reprises, en polarisant le ménisque positivement ou négativement, j'ai constaté un déplacement appréciable ($\frac{1}{4}$ de division du micromètre oculaire) pour l'addition de 1^{cm^3} d'une solution de bichromate à un millionième à 150^{cm^3} d'eau acidulée à $\frac{1}{1000}$.

Une mesure directe de force électromotrice permet donc de déceler une quantité de matière à la concentration

$$\frac{10^{-6}}{1,5 \times 10^2} = 0,66 \times 10^{-8};$$

la concentration du CrO^3 est

$$0,45 \times 10^{-8}.$$

On dépasse ainsi le deux-cent-millionième.

La force électromotrice observée dépend de la quantité de bichromate, mais les mesures faites sur des solutions de concentration relativement grande montrent qu'elle baisse quand on approche de la paroi l'électrode A du vase de réaction; elle reprend sa valeur initiale si l'on ramène A au centre; de plus, l'équilibre électrique est facilement troublé par l'agitation mécanique ou par les courants de convection.

Par exemple, en versant $1^{cm^3},6$ de bichromate à $\frac{1}{10000}$ dans 150^{cm^3} d'eau acidulée à $\frac{1}{1000}$, j'ai observé les forces électromotrices suivantes :

	Daniell.	A.
Après le remplissage............	0,0225	Au centre du vase
» 20^m.....................	0,0335	»
» 2^h40.....................	0,0490	»
» 3.00.....................	0,0530	»
» 3.30.....................	0,0561	»
» 4.00.....................	0,0600	»
» 23.00.....................	0,0861	»
» 23.05.....................	0,0785	A la paroi
» 23.10.....................	0,0810	Au centre
» 23.35.....................	0,0840	Au centre

Après 26 heures, on dépasse 0,09, et l'on obtient même 0,11; la concentration du CrO^3 est ici $0,72 \times 10^{-6}$.

La variation avec le temps ainsi observée, jointe aux faits cités plus haut, porte à expliquer le phénomène par une adsorption à la surface du platine.

Dans toutes ces expériences, l'électrode A est positive.

ÉLECTRICITÉ. — *Du rôle des électrons interatomiques dans l'électrolyse.* Note de M. **Pierre Achalme**, présentée par M. Moureu.

Nous avons étudié dans un travail précédent les modifications chimiques résultant de l'addition ou de la soustraction d'électrons à un système réagissant. Dans des cas encore plus nombreux, le nombre total des électrons interatomiques ou électrons liaisons ne change pas si l'on examine le résultat final de la réaction; mais cette dernière semble provoquée par un changement dans la répartition de ces électrons, l'addition ou la soustraction des corpuscules négatifs ne se produisant pas en même temps ou au même point du système.

L'électrolyse constitue un exemple très frappant de cet ordre de phénomènes. En vertu de la loi de l'électroneutralité des solutions, on ne peut comprendre la fermeture d'un courant au travers d'un électrolyte que par la pénétration d'électrons dans la solution au niveau du pôle négatif et l'absorption au niveau du pôle positif d'une quantité égale d'électrons empruntés à cette solution.

Si l'hypothèse des électrons interatomiques et de leur rôle dans les combinaisons chimiques est exacte, on devra observer au pôle négatif des réactions représentant un accroissement, et, au pôle positif, une diminution des liaisons entre les atomes. Or c'est ce qui se produit toujours, ainsi que le démontrent les exemples suivants :

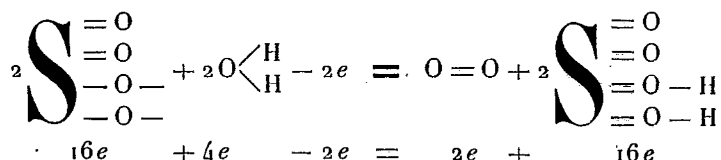
1° Prenons le cas classique le plus simple, l'électrolyse de l'eau, bien que la très faible dissociation de H^2O à l'état de pureté en rende la réalisation un peu hypothétique. On a les réactions suivantes :

Au pôle négatif, $2\overset{+}{H} + e = H - H$, c'est-à-dire une molécule d'hydrogène qui se dégage ;

Au pôle positif, $4(-O-H) - 2e = O = O + 2\,O\begin{matrix}\diagup H \\ \diagdown H\end{matrix}$, c'est-à-dire une molécule d'oxygène pour deux électrons absorbés. Le volume de l'hydrogène dégagé est donc pour la même quantité d'électrons le double de celui de l'oxygène.

2° Le cas le plus fréquent est celui de l'électrolyse des acides. S'il s'agit d'acides oxygénés comme l'acide sulfurique, ce dernier s'ionise en $2\,\overset{+}{H}$ et $\overline{\overline{SO}}{}^4$. On a au pôle négatif le même dégagement d'hydrogène que pour

l'eau et au pôle positif la réaction suivante :

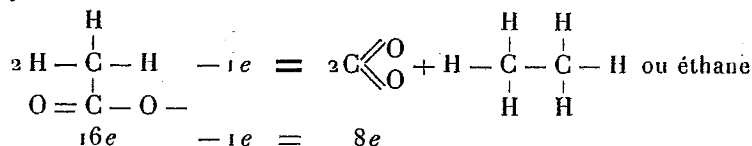


On voit qu'au pôle positif, en même temps qu'un électron disparaît par molécule, l'acide sulfurique se reconstitue et il se dégage de l'oxygène à raison d'une demi-molécule par électron comme dans le cas de l'électrolyse de l'eau avec laquelle cette réaction est souvent confondue.

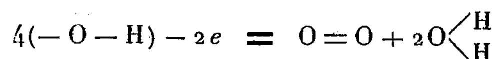
Dans l'électrolyse d'un acide halogéné, l'acide chlorhydrique par exemple, la réaction est encore plus simple. La molécule Cl — H se sépare en ions $\overset{+}{H}$ et en ions $\overline{Cl}$. Au pôle négatif, on a, comme dans les cas précédents, $2\overset{+}{H} + e = H - H$ et au pôle positif $2\overline{Cl} - e = Cl - Cl$, c'est-à-dire une molécule de chlore qui se dégage.

Les résultats de l'électrolyse de certains acides organiques, qui donne lieu à des réactions anodiques assez complexes, ne peut se comprendre que si l'on admet l'hypothèse des électrons interatomiques. Par exemple, on sait que l'acide oxalique donne par l'électrolyse, naissance à un dégagement d'acide carbonique au pôle positif, et l'acide acétique au dégagement d'un mélange d'éthane et d'acide carbonique. La raison de ces réactions ressort clairement des formules suivantes. L'acide oxalique possédant deux radicaux acides, s'ionise en deux ions $\overset{+}{H}$ qui s'unissent à la cathode pour donner une molécule d'hydrogène et un ion $\overline{\overline{C^2O^4}}$ qu'on peut représenter de la manière suivante $\begin{matrix} O=C-O- \\ \vert \\ O=C-O- \end{matrix}$ et qui contient neuf électrons liaisons. La soustraction de l'électron qui unit les deux atomes de carbone amène la séparation des deux groupes de la molécule et l'on a $\begin{matrix} CO^4 - e = 2CO^2 \\ 9e - e = 8e \end{matrix}$ c'est-à-dire deux molécules d'acide carbonique, par électron enlevé.

Pour l'acide acétique qui est monobasique, on a un ion $\overset{+}{H}$ et un ion $\overline{C^2H^3O^2}$ contenant huit électrons liaisons. L'électrolyse donne la réaction suivante :



3° L'électrolyse des bases se fait de la même manière. Les ions positifs vont au pôle négatif s'unir à un ou plusieurs électrons pour former le métal à l'état moléculaire, et l'oxygène se dégage au pôle positif suivant la formule

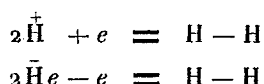


$$4(-O-H)-2e = O=O+2O\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown H\end{matrix}$$

que nous avons indiquée à propos de l'électrolyse de l'eau.

4° Dans l'électrolyse des sels neutres, l'ion métallique se comporte comme l'ion $\overset{+}{H}$ et le radical positif comme le radical positif des acides. Il y a lieu de tenir compte, en outre, des réactions secondaires qui se produisent au voisinage des électrodes, soit entre les ions et la matière des électrodes, soit entre les molécules nouvelles et le solvant.

5° *Ionisation des gaz.* — Lorsqu'une molécule gazeuse est disloquée sous l'influence soit d'un choc (rayons cathodiques, rayons α ou β), soit d'une perturbation électromagnétique (rayons X, lumière ultraviolette), on conçoit que les électrons interatomiques accompagnent l'un des deux fragments auquel ils communiquent une charge négative, alors que le second fragment ne possédant plus d'électrons ou n'en possédant qu'un nombre insuffisant, acquiert une charge positive. Dans le cas de l'hydrogène ou du chlore, par exemple, on aura $\overset{+}{H}$ et $\overline{He}$ ou $\overset{+}{Cl}$ et $\overline{Cle}$. Dans un champ électrique, chaque ion se dirigera vers l'électrode de sens contraire et les molécules se reconstitueront en empruntant au pôle positif un électron pour deux atomes ou en cédant de même au pôle positif un électron pour deux atomes :



$$2\overset{+}{H} + e = H-H$$
$$2\bar{H}e - e = H-H$$

Cette manière de comprendre les ions gazeux, outre qu'elle est beaucoup plus compatible que l'opinion courante avec la stabilité indispensable de l'agrégat atomique, rapproche l'ionisation gazeuse de l'ionisation des solutions, rend compte du courant de saturation et de la discontinuité dans la progression du volume des ions lorsqu'il s'agit de gaz à atomes polyvalents (Langevin, Bloch).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Courbes de fusibilité de quelques systèmes binaires volatils à de très basses températures.* Note de MM. **Georges Baume** et **Néoptolème Georgitses**, présentée par M. Georges Lemoine.

I. Nous avons récemment étudié plusieurs systèmes binaires dont les courbes de fusibilité, aux basses températures, nous semblent présenter quelque intérêt; ce sont les systèmes



$HCl - H^2S$, $HCl - C^2H^6$, $HCl - C^2H^5.CO^2H$ (acide propionique),

dont les diagrammes de solidification commençante (*liquidus*) sont représentés sur la figure ci-contre. Nous avons également porté sur cette dernière les résultats récemment obtenus par Bagster pour les systèmes $HBr - H^2S$ et $HI - H^2S$, afin de les comparer avec la courbe $HCl - H^2S$ que nous avons étudiée (¹).

II. Nous avons déjà fait connaître les détails de la méthode expérimentale que nous avons établie pour des recherches analogues (²); il nous suffira donc d'indiquer sommairement les résultats que nous ont donnés les trois systèmes précédents :

1° La forme du diagramme $HCl - H^2S$ caractérise l'existence de solutions solides : on sait que le minimum qu'il présente (à $T^o = -117^o,5$) indique une composition identique des deux phases en équilibre sur ce point (³). Les systèmes $HBr - H^2S$ et $HI - H^2S$ donnent des résultats semblables.

2° Le *liquidus* du système $HCl - C^2H^6$ présente un point d'inflexion à tangente horizontale extrêmement prononcé (à $T^o = -126^o,2$). Nous croyons que ce système réalise l'un des exemples les plus frappants de solutions solides du type I*a* de Roozeboom-Ruer.

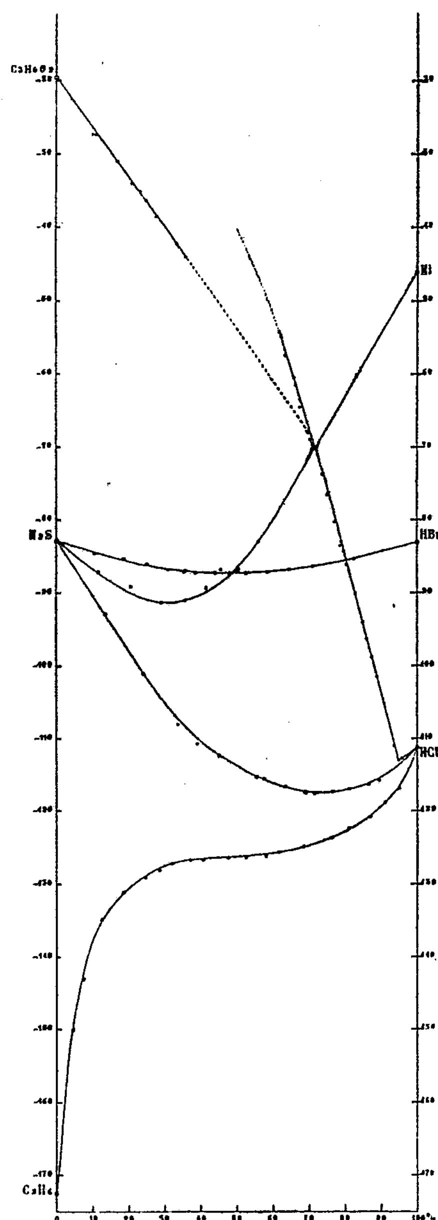
3° Le système $HCl - C^2H^5CO^2H$ n'a pu être étudié dans toute son étendue, par suite de la formation de verres incristallisables dans les

(¹) L.-S. Bagster, *Journ. Chem. Soc. London*, t. XCIX, 1911, p. 1218.

(²) G. Baume, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1322, et *Journ. de Chimie physique*, t. IX, 1911, p. 245. — G. Baume et F.-L. Perrot, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1763.

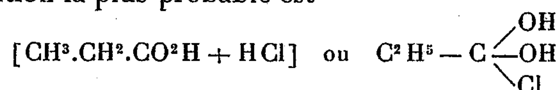
(³) Le *solidus* suit constamment de très près le *liquidus*, et se confond avec lui au minimum.

mélanges contenant des proportions d'acide chlorhydrique comprises entre 40 et 60 pour 100 (en concentration moléculaire); mais l'impossibilité de



raccorder entre elles les deux régions du diagramme accessibles à l'expérience nous permet de conclure à l'existence d'une combinaison moléculaire

dont la composition la plus probable est



Le principal intérêt de cette combinaison d'addition est d'expliquer la formation des chlorures d'acides à partir de l'acide chlorhydrique et de l'acide correspondant en présence d'un déshydratant. Ce résultat est conforme aux idées modernes sur le mécanisme des réactions de substitution (1), que nos études antérieures sur les systèmes $CH^3OH - NH^3$, $CH^3OH - HCl$, $CH^3OH - H^2S$, $CH^3OH - CO^2$ ont vérifiées par des exemples d'une grande simplicité (2).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du camphre dissous dans le tétrachlorure de carbone.* Note de M. **A. Faucon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le dissolvant fut purifié par distillation fractionnée, la fraction employée dans nos expérience présente un point d'ébullition $E = 76°,2$, sous la pression de $762^{mm},4$, une densité $D_4^{15} = 1,5965$ et un indice de réfraction $n_{15}^{D} = 1,4611$.

Le camphre purifié par cristallisations successives dans le tétrachlorure de carbone, fond à 178°,8; il est très soluble dans le solvant employé, c'est ainsi qu'à 15° C. nous avons obtenu facilement des dissolutions contenant plus de 50 pour 100 de camphre.

Nos observations furent faites au polarimètre Laurent. Nous nous sommes servi d'un tube de 2^{dm} de longueur, muni d'un manchon permettant d'opérer à une température constante et connue, grâce à la circulation d'un courant d'eau convenablement chauffée.

Influence du temps. — Le camphre en dissolution tétrachlorocarbonée ne présente ni l'*hémi*, ni la *multirotation*. Le pouvoir rotatoire spécifique est atteint dès les premiers moments de la dissolution.

Influence de la concentration. — Les résultats de plusieurs séries de mesures

(1) Cf. Ph.-A. Guye, *Journ. de Chimie physique*, t. VIII, 1910, p. 119.

(2) G. Baume et F.-L. Perrot, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 528, et t. 152, 1911, p. 1763. — G. Baume et G.-P. Pamfil, *Ibid.*, t. 152, 1911, p. 1905.

forment le Tableau suivant, où :

t^o est la température d'observation ;
c, le nombre de grammes de camphre dissous dans 100^{cm^3} de dissolution ;
p, le nombre de grammes de camphre contenus dans 100^g de dissolution ;
q, le nombre de grammes de tétrachlorure contenu dans 100^g de dissolution ;
d_4^t, la densité de la solution à la température t^o, rapportée à la densité de l'eau à 4° ;
α_D, la déviation angulaire observée, exprimée en degrés d'arc et fraction décimale de degré ;
ρ_D, le pouvoir rotatoire spécifique du camphre dissous.

t^o.	c.	p.	q.	d_4^t.	α_D.	ρ_D.
15°,2	1g,8597	1g,1761	98g,8239	1,5811	1°,666	44°,500
15,2	3,7195	2,3707	97,6293	1,5688	3,315	44,560
15,3	7,4390	4,8268	95,1732	1,5411	6,666	44,760
15,3	11,1585	7,3423	92,8292	1,5198	10,013	44,860
15,4	18,500	12,3570	87,6430	1,4919	16,866	45,585
15,5	22,317	15,4000	84,6000	1,4491	20,450	45,817
15,4	29,600	20,9640	79,0360	1,4110	27,683	46,763
15,3	37,195	26,9100	73,0900	1,3529	35,333	47,497
15,3	44,634	34,0180	65,9820	1,3120	43,316	48,524
15,2	52,073	42,8760	57,1240	1,2144	51,500	49,440

Les graphiques qu'on peut tracer avec les résultats ci-dessus, ne s'écartent guère d'une droite dans le cas des solutions les plus concentrées et sont, en fonction de c et de q, exprimés par les formules empiriques suivantes :

$$(1)\qquad \rho_{15}^{D} = 43^\circ{,}56 + 0{,}1148c$$

pour les valeurs de c comprises entre 25 et 55 ;

$$(2)\qquad \rho_{15}^{D} = 56^\circ{,}65 - 0{,}12631q$$

pour les valeurs de q comprises entre 90 et 60.

Les courbes représentant la variation de ρ dans le cas des solutions plus diluées ont pour équations

$$(3)\qquad \rho_{15}^{D} = 44^\circ{,}56 + 0{,}0134c - 0{,}003614c^2$$

quand c varie de 4 à 18,

$$(4)\qquad \rho_{15}^{D} = 44^\circ{,}95 - 0{,}11689 + 0{,}0006225q^2$$

quand q varie de 98 à 93.

Ces quatre équations représentent d'une façon satisfaisante la variation de ρ en fonction de la concentration, les différences entre les valeurs calculées et les valeurs trouvées sont très faibles et sont, en général, inférieures au $\frac{1}{10}$ du degré d'arc.

Influence de la température. — Nous avons déterminé la variation du pouvoir rotatoire en fonction de la température entre + 12° et 40° pour des solutions de diverses concentrations. Les résultats de nos mesures forment le Tableau suivant; on a calculé le pouvoir rotatoire ρ_D^t en prenant pour coefficient de dilalation du tétrachlorure 0,00123, valeur donnée par J. Pierre.

1° $c = 52^g,073$:

t^0.	α_D^t.	ρ_D^t.
12°	51°,23	48°,91
20,4	51,90	49,93
25	52,26	50,74
30,4	52,66	51,40
39,5	53,33	52,18

La droite représentant la variation de ρ_D^t entre 12° et 30° a pour équation

$$\rho_D^t = 47°,29 + 0,1353\,t.$$

2° $c = 18^g,59$:

t^0.	α_D^t.	ρ_D^t.
12°,3	16°,82	44°,98
14,2	16,93	45,43
21,2	17,23	46,54
30,1	17,53	47,95
38,9	17,76	48,80

$$\rho_D^t = 42°,93 + 0,1669\,t.$$

3° $c = 11^g,158$:

t^0.	α_D^t.	ρ_D^t.
12°,2	9°,88	44°,03
17,1	10,08	45,29
27,2	10,41	47,22
38,6	10,76	49,51

$$\rho_D^t = 41°,43 + 0,2126\,t.$$

4° $c = 7^g,439$:

t^0.	α_D^t.	ρ_D^t.
12°,4	6°,58	43°,89
14,5	6,63	44,56
25,2	6,87	46,73
29,1	6,95	47,48
39,4	7,16	49,47

$$\rho_D^t = 41°,21 + 0,2159\,t.$$

La variation du pouvoir rotatoire sous l'influence de la température dépend de la concentration. L'élévation de 1° C. augmente la déviation angulaire d'une quantité plus grande dans le cas des solutions concentrées que dans le cas des solutions diluées; l'augmentation est également plus grande aux environs de 12° C. qu'aux environs de 40°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés ferriques complexes. Fluorure ferrique.* Note [1] de M. **A. Recoura**, présentée par M. A. Haller.

Dans des Mémoires antérieurs consacrés au sulfate ferrique, à ses transformations moléculaires et à ses dérivés (*Ann. de Ch. et Ph.*, 8e série, t. XI, et *Comptes rendus*, 24 juin 1907 et 11 déc. 1911), j'ai fait voir que la constitution de ces composés rentre dans le cadre des idées émises par M. Wyrouboff sur la constitution des sels et le mécanisme de leur transformation en complexes, qui donnent une interprétation si satisfaisante dans le cas des innombrables complexes dérivés des sels chromiques. Mais, tandis que, dans le cas des composés chromiques, ces recherches sont facilitées par le fait que la dissolution dans l'eau n'altère pas, au moins pendant un certain temps, leur constitution, dans le cas des composés ferriques, comme d'ailleurs dans le cas de la plupart des sels métalliques, il n'en est généralement pas ainsi, et pour établir les causes qui déterminent la transformation du sulfate ferrique en complexe, j'ai dû avoir recours à des moyens d'investigation détournés.

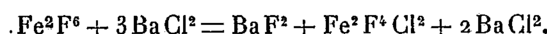
Je me propose d'étudier dans cette Note un cas beaucoup plus favorable, celui du fluorure ferrique. Tandis que la plupart des sels ferriques en dissolution dans l'eau sont fortement hydrolysés, hydrolyse qui se traduit par la coloration brune de la dissolution, il n'en est pas ainsi du fluorure ferrique; sa dissolution est incolore et non hydrolysée. Il m'a paru que, dans ces conditions, l'étude de cette dissolution pourrait conduire à des conclusions intéressantes, et, en fait, j'ai trouvé comme résultat de mes expériences: 1° que, *dans la dissolution de fluorure ferrique, le tiers seulement du fluor se prête aux doubles décompositions*, lorsqu'on emploie des réactifs qui ne sont pas trop brutaux, et 2° que *cette faculté de double décomposition est bien conditionnée par la règle établie par M. Wyrouboff, qui se traduit dans le cas actuel par la formule* $Fe^2F^4(OH)^2(HF)^2$, c'est-à-dire que, dans la

(1) Présentée dans la séance du 26 février 1912.

molécule du fluorure ferrique, Fe^2F^6, Aq, la fraction du fluor qui seule est susceptible de faire des réactions de doubles échanges, y existe sous forme d'acide fluorhydrique, vis-à-vis des hydroxyles correspondants de l'hydrate ferrique, sans que leur saturation réciproque ait donné lieu à une élimination d'eau, tandis que cette élimination a eu lieu pour le reste du fluor et persiste même dans la molécule dissoute.

C'est ce qui va résulter des expériences que je vais décrire.

Doubles décompositions du fluorure ferrique. — Ces expériences ont été faites avec la solution saturée à froid de fluorure ferrique, qui renferme 8 pour 100 de ce sel. Cette dissolution est incolore. Si l'on fait réagir sur cette dissolution des réactifs brutaux, comme les alcalis ou les carbonates alcalins, la molécule de fluorure est complètement détruite et l'on n'observe aucune différence entre les facultés de double décomposition des différents atomes de fluor de la molécule. On sait d'ailleurs qu'il en est de même pour la plupart des complexes dérivés des sels chromiques; bien peu résistent à l'action des alcalis. Mais il n'en est plus ainsi si l'on met en présence du fluorure ferrique des sels capables de donner par double décomposition avec lui des fluorures métalliques insolubles. *On constate alors nettement que le tiers seulement du fluor du fluorure ferrique prend part à la double décomposition.* Pour faire cette constatation, je me suis adressé aux sels de baryum, qui se prêtent à des dosages tout à fait précis. J'ai mis en présence des quantités équivalentes de fluorure ferrique et de chlorure de baryum et j'ai constaté que la réaction suivante se produisait :



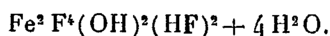
$$Fe^2F^6 + 3BaCl^2 = BaF^2 + Fe^2F^4Cl^2 + 2BaCl^2.$$

Toutefois la simplicité de cette réaction est masquée par la circonstance suivante qui vient la compliquer. Le fluorure de baryum a la propriété, comme tous les fluorures métalliques, de se combiner avec le fluorure ferrique pour donner un fluorure double complexe $Fe^2F^6, 3BaF^2$ qui est insoluble. Il en résulte que le fluorure de baryum, qui prend naissance dans la double décomposition que j'ai écrite ci-dessus, se combine aussitôt avec une autre fraction du fluorure ferrique de la liqueur (et cette fraction est ainsi soustraite par conséquent en totalité à la double décomposition et ne doit pas intervenir dans le calcul de la proportion du fluor qui prend part à cette double décomposition) pour donner le fluorure double qui se précipite. C'est cette insolubilité qui m'a permis de faire des dosages précis du baryum, du fluor et du fer, soit dans le précipité, soit dans la liqueur restante, et d'établir que la double décomposition n'atteignait que le tiers du fluor.

Voici un autre ordre de phénomènes où j'ai pu également constater que le tiers du fluor du fluorure est dans une condition particulière. Il s'agit cette fois du fluorure solide. Ce sel est insoluble dans l'alcool. Mais si on le met en contact avec l'alcool bouillant, celui-ci lui enlève très rapidement le tiers de son fluor sous forme d'acide fluorhydrique libre. Si l'on prolonge au delà l'action de l'alcool, celui-ci continue à enlever du fluor au fluorure, mais cette soustraction est alors extrêmement lente.

Constitution du fluorure ferrique. — Le fluorure ferrique a pour compo-

sition $Fe^2F^6, 6H^2O$. Ayant constaté par les expériences précédentes que, dans ce sel, le tiers seulement du fluor est susceptible de faire des doubles échanges, si les vues de M. Wyrouboff sur la constitution des sels sont exactes, la constitution du fluorure doit être représentée par



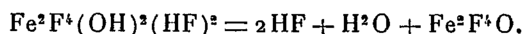
$$Fe^2F^4(OH)^2(HF)^2 + 4H^2O.$$

Les expériences suivantes confirment cette manière de voir. J'ai étudié l'action de la chaleur sur le sel solide, en le maintenant à l'étuve à 95°. A cette température il perd simultanément, et dès le début, du fluor et de l'eau. Par des dosages successifs faits à intervalles réguliers, j'ai étudié la marche du phénomène et voici les constatations que j'ai faites :

1° La perte de fluor se fait proportionnellement au temps pour le premier tiers du fluor. Ce tiers une fois parti, le phénomène change complètement, la perte devient *extrêmement lente et presque négligeable*, et cette deuxième période se traduit aussitôt par l'apparition de la couleur ocreuse.

2° La perte d'eau est très rapide au début, puis elle devient régulière *et alors rigoureusement proportionnelle à la perte de fluor*, jusqu'au moment où le tiers de celui-ci est parti. A partir de ce moment-là, le corps ne perd plus d'eau à 95°.

Ces faits s'interprètent très bien de la façon suivante. Au début, sous l'action de la chaleur, un double phénomène se produit : 1° la fraction des $4H^2O$ de cristallisation qui est susceptible de partir à 95° s'en va ; ce phénomène est rapidement terminé ; 2° en même temps, le fluorure proprement dit se décompose de la façon suivante :



$$Fe^2F^4(OH)^2(HF)^2 = 2HF + H^2O + Fe^2F^4O.$$

Ce deuxième phénomène, qui est masqué par le premier pendant les premières heures de chauffe, subsiste seul pendant les longues heures qui suivent et est par suite susceptible d'une vérification précise. Les pertes d'eau et de fluor pendant cette deuxième période, qui est de beaucoup la plus longue, sont rigoureusement conformes à ce mode de décomposition.

Ces faits me paraissent justifier pleinement la constitution indiquée.

BIOMÉTRIE. — *Le poids de l'estomac chez les Mammifères.* Note de M. A. **Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons poursuivi nos recherches biométriques sur l'estomac des 280

Mammifères que nous avions déjà étudiés pour la longueur de l'intestin (¹). Chaque estomac débarrassé des matières alimentaires était pesé; les poids ainsi obtenus étaient rapportés au kilogramme d'animal.

Voici les résultats suivant les différents régimes alimentaires que l'on rencontre chez ces animaux :

Régimes.	Poids total moyen.	Estomac par kilogr.
Insectivores	g 7,20	5,8
Piscivores	5760	7,4
Carnivores	546,70	7,5
Omnivores	102,90	7,5
Frugivores	708,80	7,8
Omnicarnivores	187,60	9,2
Granivores	174,20	9,3
Herbivores	47344,70	14,6

Il ressort de ce Tableau que ce sont les Insectivores qui ont l'estomac le moins pesant. Les Herbivores en possèdent la plus grande quantité. A côté de ceux-ci se placent les Granivores et les Omnicarnivores. Or c'est de cette façon que se classent justement les Mammifères quand on étudie la longueur de l'intestin (²), comme le montre le Tableau suivant :

Régimes.	Rapport de la longueur de l'intestin à la longueur du corps.
Insectivores	2,5
Carnivores	3,7
Piscivores	4,6
Omnivores	6,8
Frugivores	7,1
Omnicarnivores	8,6
Granivores	8,7
Herbivores	15,1

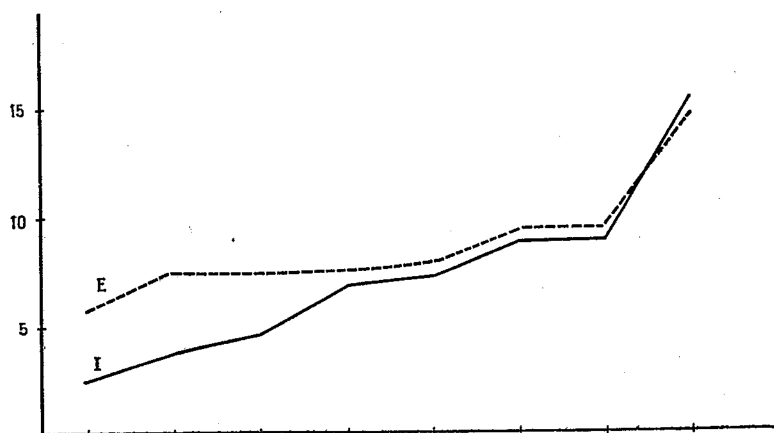
Les deux classements sont identiques. On s'en rendra mieux compte en employant la forme graphique. Sur un axe horizontal, classons à intervalles égaux nos groupes de Mammifères par longueur d'intestin relative croissante; sur l'ordonnée correspondante à chacun d'eux, portons une longueur proportionnelle à la longueur relative d'intestin et une autre proportion-

(¹) A. MAGNAN, *Le régime alimentaire et la longueur de l'intestin chez les Mammifères* (*Comptes rendus*, 15 janvier 1912).

(²) A. MAGNAN, *loc. cit.*

nelle au poids relatif d'estomac. Relions par un même trait les points qui se rapportent à un même organe. Les deux courbes varient exactement dans le même sens; les rapports se classent donc de façon identique.

Cela vient à l'appui de l'hypothèse que nous avons émise ([1]), à savoir



que c'est la quantité et la qualité de l'aliment qui distend le tube digestif tout entier. Les végétaux agissent mécaniquement par leur poids, par les résidus qu'ils laissent; les Omnicarnivores occupent une place à part et leur cas appelle de nouvelles expérimentations afin d'expliquer la position élevée qu'ils occupent dans le classement.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur la mémoire et sa durée chez les Poissons marins.* Note ([2]) de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Dans ma Note précédente ([3]), je crois avoir pu démontrer que le Poisson peut « apprendre ». Qu'il me soit permis de résumer ici, brièvement, les résultats de mes expériences sur la mémoire chez les Poissons marins : *Coris julis* Gothr. et *Serranus scriba* Cuv.

Ce n'est qu'en 1909 que Minkiewicz, à l'aide d'une technique bien appropriée, a

([1]) A. Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire chez les Oiseaux* (*Coll. de Morph. dyn.*). Paris, Hermann, 1911.

([2]) Présentée dans la séance du 26 février 1912.

([3]) *Comptes rendus*, t. 154, 12 février 1912, p. 455.

pu constater d'une façon indubitable *le fait* de la mémoire chez les Poissons marins. Minkiewicz n'ayant pu publier ses résultats jusqu'à présent, je me borne à constater que ses expériences ont précédé les miennes.

Depuis 1909 jusqu'à la fin de 1910, j'ai expérimenté à l'aide d'une technique améliorée qui m'a permis de rendre les réactions très nettes et d'une évidence éclatante, même pour un spectateur étranger. J'ai pu ainsi, non seulement confirmer les résultats de Minkiewicz, concernant le fait de la mémoire, mais j'ai fait des constatations très intéressantes sur *la durée et la formation* de la mémoire et ses relations avec le *chromotropisme*, etc. Ma technique, en quelques mots, est la suivante : les Poissons, *Coris julis* et *Serranus scriba* ont été isolés dans une grande pièce dès leur capture; il est de toute importance d'expérimenter sur des animaux « sauvages » n'ayant pas encore d'habitudes d'aquarium. Chacun de mes trois aquariums en glace ne contenait qu'un seul poisson. Après trois à quatre jours, le poisson circulait très aisément dans sa nouvelle demeure; à ce moment, j'ai immergé horizontalement dans l'aquarium deux cylindres en verre (15^{cm} de long et 10^{cm} de diamètre) de couleurs différentes et suspendus à des cordons de soie de couleurs correspondantes. A l'intérieur *d'un seul* de ces deux cylindres, entre le cordon et la paroi du cylindre, j'ai placé toujours une parcelle de nourriture. Les paires de cylindre en couleur que j'ai employées ont été les suivantes : 1° bleu et opale (nourriture); 2° rouge (nourriture) et bleu; 3° rouge et bleu (nourriture); 4° jaune (nourriture) et vert; 5° jaune et vert (nourriture); 6° rouge et vert (nourriture); 7° rouge (nourriture) et vert. Dans ces sept combinaisons, répétées à plusieurs reprises, et chaque fois avec un autre individu, chaque individu, dans les expériences quotidiennes, a été soumis à une même combinaison déterminée. Les faits constatés ont été les mêmes dans toutes les combinaisons. Les quelques différences d'ordre tout secondaire, que j'ai observées, ont été dues aux facteurs suivants : 1° état individuel des différents exemplaires d'une même espèce; 2° différentes combinaisons des couleurs (surtout rouge et bleu avec nourriture!).

Ces différences se sont manifestées surtout par les intervalles de temps un peu différents (2 à 3 jours près) de la première réaction du début. Dans la suite, tout s'égalisait. Je choisis donc au hasard une des combinaisons de couleurs qui ont servi dans mes expériences. J'ajoute ici que la question de savoir si le Poisson distingue les couleurs comme telles ou seulement comme différents degrés de l'intensité lumineuse, est sans importance pour mon sujet. Je constate que mes poissons distinguent quelque chose d'une façon constante et toujours la même entre deux cylindres qui, pour mon œil, sont de couleurs différentes ([1]).

Je prends alors le cylindre jaune muni d'un appât et le vert dépourvu d'appât; je les plonge dans l'eau : le premier jour, le poisson trouve l'appât dans le cylindre jaune au bout de 3 minutes (dans d'autres cas, avec d'autres individus, c'était 20 minutes ou 15 minutes); il le mange et revient ensuite

([1]) Voir à ce sujet les travaux récents de : V. Bauer, *Arch. f. Ges. Physiologie*, t. CXXXIII, 1910; C. Hess, *Arch. f. Augenheilkunde*, t. LXIV, 1909; V. Franz, *Intern. Rev. Ges. Hydrogr. u. Hydrob.*, t. III, 1910.

à plusieurs reprises à l'intérieur de ce cylindre. Je retire les cylindres aussitôt après la réaction. Le deuxième jour, même réaction après 1 minute (dans d'autres cas, 10 minutes ou 5 minutes); le troisième jour, au bout de 30 secondes (dans d'autres cas, 5 minutes ou 2 minutes). Le quatrième jour, le poisson pénètre *immédiatement* à l'intérieur du cylindre jaune, dévore l'appât et revient plusieurs fois à ce cylindre; l'autre cylindre, le vert, sans l'appât, est complètement négligé par le poisson. J'ajoute cependant que tous les jours, en plongeant les cylindres, j'ai changé leur disposition relative : le jaune a été tantôt à droite, tantôt à gauche. Ceci pour éviter toute autre association, sauf celle de la couleur. Or, le cinquième jour, je plonge mes deux cylindres (préalablement lavés à l'acide et rincés), mais sans aucun appât. Le poisson pénètre *immédiatement* dans le cylindre jaune. Malgré qu'il n'y trouve pas son appât, il y revient à plusieurs reprises. Il n'entre pas une fois dans le cylindre vert.

Donc, en l'absence du facteur *direct* « nourriture », l'autre facteur « couleur jaune » (qui a accompagné dans l'expérience ce premier et s'est *associé* à lui dans le système nerveux de l'individu) a déterminé la réaction motrice coordonnée du poisson. Il me semble que le phénomène de la « mémoire » est assez net : à sa base nous avons l'association des sensations.

Après cette première constatation, et lorsque, au bout de 10 jours à 30 jours, la « mémoire » a été bien fixée, *j'interrompais* complètement l'expérience (chez les différents exemplaires ou chez le même individu à différentes époques) pendant 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14 et 25 jours. Au bout de ces délais, j'ai plongé dans l'aquarium les deux cylindres (de couleurs correspondantes), mais *sans l'appât*. Dans chaque expérience, le poisson pénétrait alors et immédiatement dans le cylindre de la couleur où il a trouvé de la nourriture au début. Ceci prouve que la *durée de la mémoire* a été de 3, 6, 8 jours, etc. jusqu'à 25 jours. C'est le maximum de durée que j'ai obtenu dans mes expériences qui sont loin d'être terminées.

De toutes les expériences que j'ai faites, il résulte que la mémoire commence à se manifester chez les différents individus de *Coris julis* entre le 3e jour et le 7e jour de l'expérience; elle est bien formée entre le 10e jour et le 15e jour.

Dans l'expérience avec l'hameçon (voir ma Note précédente), l'association, qui se produit, se compose de deux éléments : 1° sensation instinctive de la nourriture; 2° sensation prohibitive d'une couleur (d'une seule, rouge ou jaune ou verte, etc.).

Dans les expériences mentionnées dans la Note présente, l'association se compose de trois éléments : 1° sensation instinctive de la nourriture; 2° sensation indifférente (neutre) de la couleur du cylindre dépourvu de la nourriture; 3° sensation « positive » de la couleur du cylindre muni de nourriture.

Dans une nouvelle série d'expériences, non terminées encore, j'ai substitué, progressivement, tantôt au cylindre avec la nourriture, tantôt à celui sans la nourriture, tantôt aux deux, des cylindres de couleurs nouvelles, pour retourner ensuite, brusquement, aux couleurs qui ont servi au début de l'expérience.

ZOOLOGIE. — *Sur les spirochètes des Poissons.* Note de MM. **O. Duboscq** et **Ch. Lebailly**, présentée par M. Yves Delage.

A notre connaissance, les seules spirochètes des Poissons, signalées jusqu'ici, sont *Spirochœta Ionesi* Dutton, Todd et Tobey (1906), *Spirochœta pelamidis* Neumann (1909), *Spirochœta gadi* Neumann (1909), et *Spirochœta gadi pollachii* Herbert Henry (1910), toutes parasites du sang. On n'a donc décrit aucune spirochète de l'intestin des Poissons, alors qu'on sait que très généralement ces êtres sont des parasites de la région antérieure ou postérieure du tube digestif. Suivant l'idée que les spirochètes du sang des Vertébrés proviennent originairement de l'intestin des Arthropodes, Neumann a pensé qu'un Isopode parasite, tel que l'Anilocre, pouvait transmettre aux *Gadus minutus* la spirochète qu'il rencontra dans leur sang. Pour nous, la spirochète trouvée occasionnellement par Neumann dans le sang du Capelan doit être celle qui pullule d'une façon constante dans l'intestin postérieur de ce poisson.

Le rectum du Capelan (*Gadus capelanus* Risso, *Gadus minutus* L. pr. p. d'après Fage) contient, en effet, en culture presque pure, une spirochète qui répond à la description de Neumann, c'est-à-dire du type des spirochètes des fièvres récurrentes. Elle est toutefois moins réfringente que *Spirochœta Microspironema Duttoni* et à peu près invisible, quand elle est vivante, sans l'éclairage à fond noir.

Microspironema gadi Neumann est d'une abondance extrême chez tous les *Gadus capelanus*. De ces spirochètes les unes forment des amas considérables autour des balles de mucus émises dans la lumière du rectum; d'autres, plantées verticalement en rangs serrés sur les cellules épithéliales, simulent à s'y méprendre des cils vibratiles, d'autant plus que leur extrémité insérée sur le plateau cellulaire est renflée à la façon d'une granulation basilaire. Léger (1902) a décrit chez le Chironome des spirochètes semblablement placés. Enfin, un grand nombre de spirochètes pénètrent dans les

cellules épithéliales des glandes rectales, dans le tissu conjonctif interglandulaire et dans les capillaires.

On sait que les espèces de spirochètes capables de vie intracellulaire sont très peu nombreuses. Les spirochètes de l'estomac du Chien et du Chat et la spirochète de la syphilis mises à part, les stades intracellulaires décrits pour quelques autres espèces (*Spirochæta gallinarum*, *Spirochète de Vesperugo*, *Cristispira des Lamellibranches*) sont inconstants ou critiquables. Ils ne sont pas douteux chez les spirochètes du rectum des Gades.

Dans les cellules épithéliales superficielles du rectum de *Gadus capelanus*, on ne trouve généralement que des spirochètes en migration, comme le prouvent leur aspect étiré et leur direction toujours perpendiculaire à la surface. Elles semblent pouvoir pénétrer à travers toutes les cellules, mais de préférence par les cellules vieilles en voie d'expulsion, dans lesquelles on rencontre parfois de véritables faisceaux de spirochètes.

C'est seulement dans les cellules glandulaires profondes que les spirochètes s'arrêtent. Elles s'y pelotonnent de façon diverse et l'on rencontre là les divers stades de leur transformation en anneaux : stades de début à large ouverture et stades très condensés où l'anneau épaissi a une petite lumière. Ces anneaux bien circulaires ressemblent donc à ceux de *Microspironema pallidum* observés par Krzysztalowicz et Siedlecki (1905) et par Sézary (1910).

Nous n'avons jamais observé d'anneaux dans les capillaires sanguins interglandulaires où les spirochètes pénètrent assez communément. Là elles conservent leur forme, apparaissant seulement plus grosses, peut-être parce qu'elles s'imprègnent plus facilement par la méthode de Cajal. Pour nous, les spirochètes meurent normalement dans le sang. C'est ainsi qu'il est très difficile d'en observer dans la veine rectale et que nous n'en avons pas vu dans la grande circulation. Le cas observé par Neumann serait donc pathologique.

La Gade (*Gadus luscus* L.) contient dans son rectum un *Microspironema* très voisin de celui du Capelan. Nous l'avons injecté à des Gades, soit dans les muscles, soit dans le péritoine, et ces Poissons ont continué de vivre sans montrer de spirochètes dans le sang ou dans le liquide péritonéal.

Le sérum frais de la Gade est très actif vis-à-vis de ses spirochètes. Les formes les plus résistantes (formes courtes ou vibrioniennes) n'y vivent pas plus d'une heure et demie. Le sérum chauffé à 56° a une action un peu moins violente, mais aussi efficace. A la suite d'une courte période d'agitation, les spirochètes sont agglutinées, immobilisées et finalement dissoutes après dégénérescence granuleuse.

Les sérums de Lapin et de Cobaye sont un peu moins actifs. C'est le liquide d'ascite humain qui s'est trouvé le meilleur milieu pour maintenir vivantes les spirochètes de la Gade. Nous y avons observé des survies de 8 jours, alors que dans l'eau de mer *Microspironema gadi* ne vit guère plus de 24 heures.

Les *Microspironema* semblent exister dans l'intestin postérieur de tous les Gades et nous les avons observés dans le Lieu (*Gadus pollachrius* L.), dans la Morue (*Gadus callarias* L.), dans le Merlan (*Gadus merlangus* L.).

On en rencontre dans d'autres genres de Téléostéens, par exemple dans *Scomber scombrus* L., *Caranx trachurus* L., *Zeus faber* L., *Box boops* L., *Cottus bubalis* Euphr. Ces spirochètes sont si voisines les unes des autres qu'il est difficile de les définir spécifiquement. Certaines cependant sont sûrement distinctes et parmi elles nous citerons *Microspironema merlangi* n. sp. de *Gadus merlangus* L., *Microspironema Legeri* n. sp. de *Box boops* L., *Microspironema cotti* n. sp. de *Cottus bubalis* Euphr., dont nous donnerons ultérieurement les diagnoses.

ZOOLOGIE. — *Les métamorphoses du « Bouquet »*, Leander serratus *Pennant.* Note de M. **Sollaud**, présentée par M. Yves Delage.

Au cours d'élevages effectués, durant l'année 1911, à la Station biologique de Roscoff, j'ai pu suivre pas à pas toutes les phases du développement postembryonnaire, jusqu'alors inconnu, de notre vulgaire « Crevette rose » ou « Bouquet », *Leander serratus* Pennant (¹).

L'étude minutieuse de chacun des stades successifs m'a conduit à d'intéressantes considérations, relatives à l'évolution phylogénétique des Crustacés *Palæmonidæ* (dont *L. serratus* est un des représentants les plus typiques) et à la signification morphologique de leurs larves. Je me bornerai, dans cette courte Note, à fixer les traits essentiels de ce développement.

Stade I. — A l'éclosion, les larves mesurent de $3^{mm},5$ à $4^{mm},2$ de longueur (²) et

(¹) Plus souvent désigné, actuellement encore, sous le nom de *Palæmon serratus*. Le véritable genre *Palæmon* Fabricius, dont la plupart des espèces vivent dans les eaux douces ou saumâtres des régions intertropicales, se distingue nettement du genre *Leander* Desmarest par quelques caractères morphologiques importants.

(²) De l'extrémité antérieure du rostre au milieu du bord postérieur du telson.

possèdent les dix paires antérieures d'appendices; elles naissent donc à un stade *zoé* assez avancé. Les cinq paires d'appendices céphaliques et les trois paires de maxillipèdes, ceux-ci munis de puissants exopodites natatoires, sont déjà bien constituées. Par contre, les pattes I et II existent seulement sous forme d'ébauches bifides, appliquées sur la face ventrale du corps.

La région postérieure du céphalothorax, correspondant aux somites des pattes III, IV et V, n'est pas encore développée, de sorte que l'insertion des pattes II est contiguë au premier segment abdominal.

Les cinq premiers segments de l'*abdomen* sont bien individualisés et très mobiles les uns sur les autres, mais *le sixième n'est pas encore séparé du telson;* aucun ne porte d'appendices. Le *telson* est représenté par une lame caudale qui s'élargit postérieurement en deux grandes ailes latérales.

Au bout de quelques jours survient la première mue, qui marque le début du deuxième stade larvaire.

Stade II. — Les pattes I et II ont à présent le même aspect que les maxillipèdes et possèdent des exopodites qui fonctionnent également comme rames natatoires. La région postérieure du céphalothorax s'est développée, et l'on y remarque trois paires de très petits bourgeons : c'est la première indication des trois paires postérieures de pattes. Les bourgeons des pattes III et IV sont bifurqués, tandis que ceux des pattes de la cinquième paire sont simples, *ces pattes ne portant jamais d'exopodites.*

Stade III. — Les bourgeons des pattes III et V se sont notablement allongés, *ceux des pattes IV demeurant rudimentaires.* Le sixième segment abdominal s'est séparé du telson et porte une paire d'appendices, qui sont les *uropodes : les appendices de la dernière paire se développent donc avant ceux des cinq segments immédiatement antérieurs.* A partir de ce stade, les deux ailes latérales du telson vont se réduire peu à peu, au fur et à mesure que se développeront les uropodes, qui se substituent partiellement à elles pour constituer la nageoire caudale.

Stades IV, V et VI. — La troisième mue inaugure les stades qu'on peut appeler *stades mysis* (bien qu'une paire de pattes, la cinquième, soit dépourvue d'exopodites). Dès le stade IV, les pattes de la troisième paire entrent en fonction; les pattes V se sont considérablement allongées et contribuent à maintenir les proies devant l'ouverture buccale pendant la mastication. Les pattes de la quatrième paire se développent peu à peu, mais, au stade VI, ces pattes sont encore très réduites, insegmentées et infonctionnelles. Les *pléopodes,* ou appendices des cinq premiers segments abdominaux, apparaissent au stade IV, sous forme de très petits bourgeons bilobés, qui s'accroissent au cours des mues successives.

Stades VII et VIII. — Ce sont les deux derniers stades. Les pattes IV sont fonctionnelles, et la larve nage très activement au moyen des exopodites des maxillipèdes et des quatre premières paires de pattes. Les pléopodes sont bien développés, mais ne jouent aucun rôle dans la natation.

Au stade VIII, les larves ont des dimensions qui varient de 7^{mm} à 10^{mm}.

Le nombre des stades larvaires n'est pas d'une fixité absolue: quelques

individus, en effet, peuvent présenter un *stade IX* supplémentaire, avant de se transformer en « jeunes » ([1]).

Les larves de *L. serratus* nagent toujours *en arrière* et, le plus souvent, la *face ventrale dirigée vers le haut ;* les exopodites des maxillipèdes, auxquels viennent s'ajouter, au cours du développement, ceux des pattes I à IV, sont les organes essentiels de la natation. La nageoire caudale, formée d'abord par le telson très élargi, puis par les uropodes, intervient fréquemment pour déterminer de brusques déplacements, soit en avant, soit en arrière ; mais cet appareil caudal, très mobile, paraît fonctionner surtout à la façon d'un gouvernail. Ces larves, essentiellement *pélagiques*, vivent à une assez grande distance du littoral, dont elles se rapprochent peu à peu vers la fin de leur développement ; dans de nombreuses pêches planktoniques de surface, faites jusqu'à 800^{m} ou 1000^{m} de la côte, je n'ai jamais trouvé que des individus prêts à se transformer en « jeunes ». La durée de la vie larvaire est de six semaines environ.

C'est donc près du rivage que s'accomplit la mue qui fait passer la larve à l'état de *jeune*, de profonds remaniements s'effectuant à ce moment dans son organisation. Les exopodites des pattes I à IV disparaissent ([2]) et sont remplacés dans leur rôle locomoteur par les nageoires abdominales ; d'autres organes purement larvaires, comme la lacinie proximale des maxilles, disparaissent également ; les mandibules, simples jusqu'alors, se montrent nettement divisées en deux branches (processus molaire et processus sécant), et le palpe fait sa première apparition sous l'aspect d'un faible bourgeon. Les appendices n'ont plus à subir que des modifications de détail pour arriver à leur forme définitive.

([1]) J'ai observé cette particularité chez de rares exemplaires, plus petits que leurs congénères, appartenant à un lot de larves issues d'une même femelle, et toutes placées dans des *conditions identiques;* il s'agit donc probablement d'une différence déjà marquée dans la constitution de l'embryon, avant sa sortie de l'œuf. Chez le *Palæmonetes varians* Leach, que l'on trouve dans l'eau saumâtre, à l'embouchure des petites rivières de la Bretagne, le nombre des mues larvaires est très variable, et cette variabilité dépend en grande partie de la *température ;* dans un élevage effectué en juin, la plupart des individus ont présenté *sept* ou *huit* stades larvaires, quelques-uns six stades seulement ; des individus éclos vers le milieu de juillet ont présenté, à peu près en nombre égal, les uns *six*, les autres *cinq* stades larvaires (moyennes des variations journalières de la température extérieure, durant le premier élevage : 13°,5-17° ; durant le deuxième élevage : 15°,5-21°,5).

([2]) Il n'en subsiste que des rudiments, à la base des pattes, jusqu'à la mue suivante.

La jeune crevette tombe alors sur le fond et acquiert des habitudes analogues à celles de l'adulte. Son existence pélagique est terminée ; c'est désormais un être essentiellement *littoral*, n'effectuant plus que des déplacements restreints parmi les blocs rocheux, les algues ou les zostères de la côte.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *La clasmatose coquillière et perlière : son rôle dans la formation de la coquille des Mollusques et des perles fines.* Note (¹) de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Henneguy.

Dans un Ouvrage récent (²) que M. Rubbel m'a fait l'honneur de m'adresser, je trouve seulement deux citations de mes travaux sur la nacre et les perles, alors qu'il a paru plus de vingt Notes ou Mémoires dans les comptes rendus, pour la plupart très répandus, de diverses sociétés savantes, congrès, etc. Il résulte de la trop rudimentaire bibliographie de M. Rubbel que le lecteur de son intéressant travail ne peut que se faire une idée inexacte de mes recherches et, en outre, ignorer précisément ce qu'elles renferment de capital. Il est plus particulièrement regrettable que M. Rubbel n'ait pas eu plus tôt connaissance de la plus importante de nos publications sur ce sujet; il eût pu y trouver tous les documents nécessaires pour une juste mise au point (³).

En raison de ma découverte d'un Distome servant de noyau dans les perles des *Mytilus edulis* de Billiers (Morbihan), dont M. d'Hammonville n'avait pu découvrir la cause et dont M. Jameson a constaté, après moi, l'origine parasitaire, M. Rubbel me classe parmi les partisans exclusifs de la formation des perles par parasitisme : c'est une erreur due à sa documentation incomplète. En effet, j'ai écrit (⁴) :

« La belle découverte du professeur italien de Filippi, de la production des perles chez les Anodontes du lac de Racconigi, par des vers parasites, ne peut donc être

(¹) Présentée dans la séance du 26 février 1912.

(²) A. Rubbel, *Ueber Perlen und Perlenbildung bei* Margaritana margaritifera, *nebst Beiträgen zur Kenntniss ihrer Schalenstruktur*, Marburg, 1911, 80 p., 58 fig. et 2 pl.

(³) Raphael Dubois, *Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent* (*Ann. de l'Université de Lyon*, nouv. sér., I : *Science et Médecine*, fasc. 29, 1909, 10 fig. et 4 pl.).

(⁴) *Loc. cit.*, p. 125 (voir aussi p. 5-24).

étendue à tous les cas. J'ai même rencontré, dans les Anodontes du lac de Racconigi, qui m'avaient été envoyés par les ordres de S. M. le Roi d'Italie, des perles naissantes, dont le noyau ne montrait aucune trace de parasite. Il y a certainement des procédés différents de formation des perles, ou plus exactement *plusieurs causes différentes excitatrices de leur formation.* »

J'avais déjà insisté sur cette conclusion, avec présentation de pièces à l'appui, dès 1906, au Congrès de l'A. F. A. S. ([1]).

J'ai signalé l'absence de noyau parasitaire dans d'autres espèces, avant M. Rubbel, et n'ai pas pu rencontrer de parasites dans le noyau des nombreuses perles de *Margaritana margaritifera*, ni dans celles d'*Unio sinuata* non plus, que j'ai attentivement examinées.

Ils faisaient également défaut dans des perles naturelles de *Mytilus gallo-provincialis* trouvées dans des localités où ne vit pas le Distome du *Gymnophallus margaritarum* Dubois. Enfin, j'ajouterai que je n'en ai pu voir davantage dans les perles dont je suis arrivé à provoquer artificiellement la production, chez *Margaritana margaritifera*, chez *Mytilus gallo-provincialis*, ni dans celles des *Margaritifera vulgaris* Schum. que j'ai présentées dans des huîtres perlières vivantes à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 19 octobre 1903 ([2]).

En outre, plusieurs années avant M. Rubbel, j'ai bien montré que le mécanisme de la formation de la perle est le même que celui de la coquille, que le noyau soit ou non parasitaire.

Par de nombreuses photographies de mes coupes de perles ([3]), j'ai fait voir qu'on retrouve toutes les particularités de la structure de la coquille, soit dans une même perle (*fig.* 6, *Pl. I* et *fig.* 1, *Pl. II*) (*loc. cit.*), soit dans des perles d'espèces différentes.

Mais ce qui m'a surpris le plus, c'est que M. Rubbel ait passé sous silence ma *théorie de la formation de la perle et de la nacre*, exposée pourtant dans une Note à l'Académie des Sciences, mentionnée dans sa bibliographie et qui fut présentée dans la séance du 14 mars 1904, par M. A. Giard avec des photographies très démonstratives.

([1]) Raphael Dubois, *Présentation de coupes de perles fines sans noyau parasitaire prouvant l'existence d'une margaritose non parasitaire* (*Comptes rendus du Congrès de Lyon*, 1906).

([2]) *Sur l'acclimatation et la culture des Pintadines ou huîtres perlières vraies sur les côtes de France et sur la production forcée des perles fines* (*Comptes rendus*, 1903).

([3]) *Loc. cit.*, (*Pl. I* et *Pl. II*).

Les corps jaunes [*Kalkkonkremente* de W. Hein (¹)] sont des lambeaux de cellules migratrices calcarifères, se comportant exactement comme les *clasmatocytes* décrits dans la paroi intestinale du Triton crêté par Ranvier (²), où ils donnent lieu à une sécrétion d'une nature particulière, qu'il a appelée *clasmatose*. En 1892, j'avais déjà constaté l'existence de la clasmatose dans le manteau des Mollusques lamellibranches (³) et c'est ce qui m'a permis, plus tard, de comprendre le rôle des « corps jaunes » dans la formation coquillière et perlière.

Je n'ai jamais vu, comme l'a figuré M. Rubbel, de corps jaunes dans les cellules du sac perlier ou dans la couche externe du manteau, mais j'ai montré qu'ils pénétraient entre les cellules du sac, formant par leurs prolongements anastomosés un réticulum à mailles polyédriques, dont les méats ont exactement la forme et les dimensions des alvéoles des prismes bien visibles chez les perles à structure radiaire prismatiques, des *Pinna* par exemple. Les cellules du sac sécrètent le squelette alvéolaire de conchyoline et les corps jaunes viennent s'empiler dans ces alvéoles, formant les dépôts striés qui les remplissent.

Lorsque les corps jaunes calcarifères, formés de substance organique et calcaire, ne sont pas moulés, pour ainsi dire, par les méats du sac perlier et par les alvéoles, ils n'ont pas de structure et, s'ils ne sont pas désagrégés ou éliminés, ils ne forment plus que des *concrétions calcaires* amorphes n'ayant rien de commun avec la perle ou avec la coquille.

Conclusions. — 1° *Le mécanisme de la formation de la perle est le même que celui de la coquille : il avait été méconnu avant nos recherches. Ce mécanisme consiste fondamentalement, non dans* UNE *sécrétion, mais dans* DEUX *sécrétions distinctes : l'une par les éléments dits « épithéliaux » pour la formation du squelette de conchyoline, l'autre par clasmatose d'éléments calcarifères migrateurs pour la masse organico-calcaire. En d'autres termes, la construction compliquée de la coquille et de la perle exigent deux industries : celle du charpentier et celle du maçon.*

2° *Il existe deux catégories de margaritose ou maladie perlière : l'une parasitaire et l'autre non parasitaire.*

(¹) *Alleg. Fischerei Zeitung*, n° 8, 1911, Munich.

(²) *Comptes rendus*, t. 110, 1890, p. 166.

(³) Raphael Dubois, *Anatomie et physiologie de la Pholade dactyle* [*Annales de l'Univ. de Lyon*, t. II, fasc. 2, 1892, 167 p., 68 fig., 15 pl. (voir p. 141 et *Pl. XIII*, *fig.* 2).]

BACTÉRIOLOGIE. — *Expériences sur la vie en cultures pures succédant à la vie sans microbes.* Note (¹) de M. **Michel Cohendy**, présentée par M. É. Roux.

Au cours de nos expériences sur la vie sans microbes dont les résultats furent en partie communiqués ici à la séance du 12 février, des contaminations accidentelles se sont parfois produites, parmi lesquelles certaines ont été des cultures pures. Dans ce cas, nous avons continué à suivre attentivement, après contamination, la marche de l'expérience, qui d'elle-même nous avait fait entrer dans la série des recherches que nous comptions entreprendre ultérieurement sur l'action exercée par divers microbes isolés ou en symbiose chez l'animal élevé stérilement.

La technique expérimentale a été en tous points la même que pour nos élevages stériles; le même appareil spécial nous a servi.

Les bactéries ayant pénétré en culture pure dans notre appareil étaient connues comme étant faiblement ou nullement pathogènes; c'étaient le *Coli commune* d'Eschrich, le *Mesentericus fuscus* de Flügge, le *Subtilis*, le *Streptococcus* de Grötenfeld, *alias* Entérocoque.

Les observations que nous avons faites sur ces élevages seront publiées en détail dans un autre Recueil. En résumé, la présence du *Streptococcus* de Grötenfeld semblerait influencer favorablement le développement du poussin stérile; celle du *Coli* en symbiose avec le *Mesentericus fuscus* serait plutôt défavorable à ce développement; le *Coli*, seul, le gênerait considérablement; il serait enfin rendu impossible par la présence d'abondantes cultures de *Subtilis*.

Ces expériences sur la vie en culture pure, rapprochées de nos observations sur la résistance aux multiples infections microbiennes présentée par le poulet stérile lorsqu'il est rendu brusquement à la vie normale, nous permettent de conclure que le poulet stérile ne paraît pas être hypersensible à l'action microbienne, mais que, par contre, une bactérie, inoffensive pour l'animal normal non aseptique, peut devenir pathogène pour l'animal aseptique; et cela, semble-t-il, par le seul fait d'avoir été mise ainsi à l'écart de toute autre influence microbienne.

(¹) Présentée dans la séance du 26 février 1912.

PALÉOBOTANIQUE. — *Découverte d'un* Psaronius *à structure conservée dans le Westphalien inférieur du Nord de la France.* Note de M. **Alfred Carpentier**, présentée par M. R. Zeiller.

Les végétaux à structure conservée sont plus que rares dans le Houiller du Nord et du Pas-de-Calais. C'est à Hardinghen, dans le Boulonnais, que MM. C.-Eg. Bertrand, Hovelacque et Breton découvrirent, en 1890, les premiers échantillons à structure conservée dans le Houiller de notre région : les lièges des *Lepidodendron* étaient minéralisés par le carbonate de calcium, les *Stigmaria* par une sidérose compacte, et des fructifications par une sidérose grenue oolithique (¹).

Le fragment de *Psaronius* dont il est ici question est, lui, à l'état silicifié; il a été découvert, en 1910, par M. l'abbé Wallez parmi les déblais de la fosse n° 4 des mines de Vicoigne (Nord). Ce fragment, long de $4^{cm},5$, dont la section transversale elliptique mesure 10^{mm} sur 18^{mm}, ne comprend pas moins d'une trentaine de racines, intactes ou brisées. Les racines paraissent extérieurement délimitées par une zone circulaire bien régulière, d'un brun foncé, de même consistance que le phtanite; elles se détachent nettement sur le fond plus mat de la substance siliceuse qui les entoure et offrent un centre de silice blanche, accompagnée d'une quantité variable de pyrite. Examinés au microscope, les tissus se présentent comme ayant fixé la silice, partie sous forme de calcédoine, partie sous forme de grains cristallins de quartz. L'échantillon, quand il a été recueilli, adhérait intimement à un fragment de schiste de toit, sur lequel se sont moulées les cannelures longitudinales, correspondant aux racines les plus extérieures du spécimen. C'est dans des conditions semblables que se trouvait le *Mesoxylon* à structure conservée, dont M. A. Renier a récemment annoncé la découverte dans le Houiller de Belgique (²).

Les racines du spécimen de Vicoigne ont une largeur maxima de $1^{mm},83$. Elles présentent en leur centre un faisceau ligneux d'ordinaire triarche, parfois tétrarche, à région centrale plutôt massive, à pôles faiblement saillants. Ce caractère de simplicité mérite d'attirer l'attention, d'autant que l'étude de la tige du *Psaronius Renaulti*, provenant des *Lower Coal-measures*

(¹) C.-Eg. Bertrand, *Bull. Soc. Ind. Min.*, 3e série, t. VI, 1892, p. 453-472; *Comptes rendus A. F. A. S.*, 1899, p. 388-396.

(²) A. Renier, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXVII, 1911, B. B. 14.

du Lancashire et qui doit être à peu près de même âge que le nôtre, a amené M. Scott à faire ressortir la simplicité de sa structure : la tige contient une solénostèle, une stèle unique annulaire entourant une moelle bien développée (¹).

La zone interne de l'écorce est mal conservée. La zone scléreuse atteint une épaisseur de $0^{mm},4$ à $0^{mm},6$. Les fibres qui la constituent ont une paroi très épaisse, très noire, et sont étroitement serrées les unes contre les autres, formant une gaine scléreuse à chaque racine. Vers le centre, la zone scléreuse est délimitée par une ou deux assises de cellules à lumière plus large, mais dont les parois, encore épaissies, ont une teinte claire qui tranche sur le noir foncé des fibres. La limite extérieure des gaines scléreuses est beaucoup moins nette, et nous arrivons à la région la plus intéressante des racines.

On admettait généralement jusqu'ici que le *tissu conjonctif* qui entoure les racines faisait partie de l'écorce même de la tige. M. le comte de Solms-Laubach, à la suite de l'examen de *Psaronius* de Thuringe et du Brésil, a proposé une interprétation différente de ce conjonctif (²). Cette interprétation se trouve déjà en germe, suivant sa remarque, dans un travail de MM. Farmer et Hill (³) et peut-être même chez Corda (⁴). M. de Solms-Laubach attribue une double origine au conjonctif : l'une caulinaire, l'autre radicale. Les cellules épidermiques de la tige se divisaient activement et la surface extérieure de la tige se trouvait recouverte d'un feutrage dense. Dans leur trajet parallèle à l'axe de la tige, les racines s'appliquaient étroitement contre ce feutrage ou conjonctif *d'origine caulinaire*. Vers l'extérieur, la surface libre de l'épiderme des racines devenait aussi le siège de proliférations piliformes identiques, et contre ces traînées de conjonctif *d'origine radicale* s'accolaient les nouvelles racines.

Entre les racines du *Psaronius* de Vicoigne on observe des traînées de conjonctif, partant et paraissant bien naître de la région périphérique des zones scléreuses, s'insinuant entre les gaines scléreuses, même quand celles-ci sont très rapprochées. Ces traînées sont constituées par des cellules à parois brunes, moins épaisses que celles des fibres et offrant souvent l'aspect de poils radicaux d'*Angiopteris* qui seraient cloisonnés. La découverte du *Psaronius* de Vicoigne apporte donc un nouvel appui à cette

---

(¹) D.-H. Scott, *Studies in fossil Botany*, 2ᵈ ed., 1909, p. 301-302.

(²) H. Graf zu Solms-Laubach, *Der tiefschwarze* Psaronius Haidingeri *von Manebach in Thüringen* (*Zeitsch. f. Botanik*, 3. Jahrg., 1911, p. 721-757).

(³) J.-B. Farmer and T.-G. Hill, *Annals of Botany*, t. XVI, 1902, p. 383.

(⁴) A.-J.-I. Corda, *Flora protogœa, Beiträge zur Flora der Vorwelt*, éd. II, 1867, p. 98.

interprétation qui regarde le conjonctif interradical des racines de *Psaronius* comme formé, en partie du moins, par des traînées de cellules d'origine radicale.

Déjà reconnu par M. Scott dans les *Lower Coal-measures* du Lancashire, le genre *Psaronius* n'avait pas encore été observé dans le Houiller du Nord. Cependant la présence des *Megaphyton*, qui correspondent aux *Psaronius* du groupe des *distichi* (1), a été signalée à diverses reprises par l'abbé Boulay, M. Zeiller et M. P. Bertrand (2). Quant aux *Caulopteris*, rapportés aux *Psaronius* non distiques, les recherches de M. A. Renier en ont démontré l'apparition dès le Houiller sans houille H1*a* des géologues belges (3).

HYDROLOGIE. — *Les eaux chaudes du département des Landes et la fosse de Capbreton*. Note de M. **P.-E. Dubaleu.**

En 1912 nous publiâmes, en collaboration avec M. Reyt, une étude sur la protubérance crétacée de Saint-Sever (Congrès de Pau, A. F. A. S.).

Nous signalâmes une grande faille sensiblement parallèle à l'anticlinal, qui peut être suivie depuis l'étang de Classun jusqu'à la Peyradère, près de Mugron, où disparaît le Crétacé, et qui s'observe ensuite dans les couches tertiaires jusqu'à Saint-Jean-de-Lier, par Poyanne.

Plus tard, étudiant les diverses assises éocènes du plissement de la moyenne Chalosse et le Crétacé de Rivière-Tercis, j'ai constaté que chaque plissement était accompagné par une faille et que, sous des angles un peu différents, ils étaient dirigés du Sud-Est au Nord-Ouest et qu'ils cessent d'être observés à des points qui se trouvent placés sur une ligne sensiblement droite : ligne des résurgences d'eaux chaudes, Barbotan, Préchacq des Landes, Dax, fosse de Capbreton, jalonnant ainsi une grande faille principale.

Les résurgences d'eau chaude s'observent à quelques hectomètres des pointements d'ophite, ou des marnes irisées, ou des plâtres qui lui font

(1) R. Zeiller, *Flore fossile du bassin houiller et permien d'Autun et d'Épinac*, 1re Partie, 1890, p. 180.

(2) N. Boulay, *Recherches de Paléontologie végétale*, 1879, p. 25. — R Zeiller, *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes*, 1888, p. 309-317. — P. Bertrand, *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXVII, 1908, p. 302.

(3) A. Renier, *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXIII, 1906, M. 157.

cortège. Les résurgences de la faille secondaire de Rivière, Tercis, Saint-Pandelon offrent la même symétrie. De puissants dépôts sédimentaires, recouverts par le sable des Landes, cachent la faille principale depuis Rivière.

Si cependant on prolonge la ligne, elle passe entre les deux berges de la fosse, large de 300^m à l'origine et dont la profondeur en un point est de 377^m, faisant fond d'entonnoir.

Jusqu'ici aucune raison simplement vraisemblable n'a pu expliquer qu'une fosse aussi étroite, à l'embouchure d'un cours d'eau (anciennement à l'embouchure de l'Adour), apportant à la mer des matériaux de comblement, dans une mer peu profonde, très agitée et dont les violents courants traînent les sables de fond, n'ait pas été comblée.

Les sondages de la Carte marine de 1822 et de 1860 accusent la même profondeur de 377^m.

Si, comme nous le pensons, la faille de Capbreton n'est que le prolongement de la cassure Barbotan-Dax, l'explication de son non-comblement apparaît comme très vraisemblable.

Il y aurait venue d'eaux chaudes au fond de la fosse ; sa principale résurgence se trouverait au point de profondeur constante (377^m).

Dans ce cas, la grande différence de densité entre l'eau douce chaude et l'eau salée, dont la température à cette profondeur devrait être de 5° ou 6°, provoquerait de puissants courants capables de chasser au loin les sables tombés dans la fosse.

La prise de températures à des profondeurs diverses devait apporter les preuves. M. A. Foucaud, de Dax, a bien voulu se charger de ce travail. Jusqu'ici les circonstances et l'outillage à notre disposition ne nous ont pas permis d'atteindre le grand fond.

Les températures trouvées sont : à 30^m de profondeur, 12° ; à 200^m, 29°.

Cette élévation de la température, à mesure que la profondeur augmente, vient à l'appui des prévisions. Nous ne doutons plus que, lorsque le grand fond sera atteint par le thermomètre, nous n'enregistrions des températures encore plus élevées.

Le fond de la fosse est tapissé par des boues noires (sondages antérieurs) semblables aux boues thermales de Dax, Préchacq, etc. Les rognons pugilaires roulés de marnes très dures et les graviers signalés sur divers points ont pu être apportés par le fleuve sous-marin, à courant plus violent, au moment d'une régression de la mer, par exemple pendant le Quaternaire supérieur; régression prouvée par la place qu'oc-

cupent, sur les bords de l'Adour, les foyers de la grotte de Rivière, actuellement au niveau de la marée et que la moindre inondation du fleuve recouvre.

La grotte de Rivière est située dans une partie de la vallée très resserrée entre deux très hautes berges de Crétacé; le plafond rocheux du fleuve a été démantelé à une grande profondeur au-dessous du fond actuel; ce dispositif exclut toute interprétation d'affaissement.

M. le professeur Bleicher a signalé en 1895 (Académie des Sciences) la présence de débris récents de végétaux terrestres (sondages du *Caudan*) dans les grands fonds du golfe de Gascogne (*Typha*, *Alnus*). L'explication de la présence de ces débris de bois dans les grands fonds qui nous semble la plus plausible est que ces débris, imprégnés de sable et d'argile, ont été apportés dans les grands fonds par la rivière sous-marine qui les a roulés dans le parcours.

Tout nous porte à avancer que le phénomène encore inexpliqué de la fosse de Capbreton doit être assimilé aux rivières sous-marines du Pacifique et de l'Atlantique signalées, en 1899, par le géologue Bénnet.

Dans le cas spécial qui nous occupe, l'eau de la rivière souterraine est chaude, la température peut être vérifiée à l'œil même de la résurgence.

Il y aurait intérêt à opérer cette vérification, qui pourrait éclairer d'un jour nouveau la géologie régionale et la zoologie marine du golfe de Gascogne.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Continuation de la lecture des Rapports sur les travaux des candidats dans la Section de Médecine et Chirurgie.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 février 1912.

Le principe de l'équivalence, par Émile Schwoerer. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Lecornu.)

Collection de Morphologie dynamique. I : *La Morphologie dynamique*, par Frédéric Houssay. — II : *Recherches organométriques, en fonction du régime alimentaire, sur les Oiseaux*, par J. de la Riboisière. — III : *Le tube digestif et le régime alimentaire des Oiseaux*, par A. Magnan. — IV : *Forme, puissance et stabilité des Poissons*, par Frédéric Houssay. Paris, A. Hermann et fils, 1910-1912; 1 fasc. et 3 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier.)

Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent, par Raphaël Dubois; avec 10 figures dans le texte, 4 planches hors texte dont 1 en couleurs. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, A. Rey, 1909; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Henneguy.)

Bulletin de la Société de Pathologie exotique; t. IV, 1911. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Laveran.)

La résistance de l'air et le vol des Oiseaux, par Maurice Gandillot. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°.

Théories nouvelles sur la nature et l'origine des comètes, par Fr. Faccin. Turin, 1912; 1 fasc. in-8°.

Ueber eine Gesetzmässigkeit der Planetenrotation, von H. Nies. (Extr. de *Astr. Nachr.*, t. CXC, janvier 1912.) 1 fasc. in-4°.

Conspectus floræ galiciæ criticus, scripsit Hugo Zapalowicz; t. III. Cracovie, 1911; 1 vol. in-8°.

Ueber die höhere medizinische Schule, von K. Matzejewski. Berlin, A. Hirschwald, 1911; 1 fasc. in-8°.

The science reports of the Tôhoku imperial University, Sendai, Japan; t. I, n° 1, 1912; 1 vol. in-8°.

Memorie del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. XXVIII, nos 2-6. Venise, 1908-1911; 5 fasc. in-4°.

Reale Academia de Ciencias exacta, fisicas y naturales de Madrid : Anuario, 1912. — *Revista*, t. X, nos 1-3. Madrid; 1 vol. in-18 et 1 fasc. in-8°.



PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910 ; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément.................................. 15 fr.

Les Comptes rendus paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.................................. 30 fr.
Départements............................ 40 fr.
Union postale........................... 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900....... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*.............. 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.............................. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.......................... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4 ; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément....................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881.......................... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet*. — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard*. — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS
Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876....................................... 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches ; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches ; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885.................... 25 fr.
— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches ; 1882.................... 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.............................. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN
(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888............................ 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches ; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Müntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches ; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .. .. .. 275 fr.

N° 10.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 4 Mars 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

48842. PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 11 (11 Mars 1912).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les cercles osculateurs et les sphères osculatrices aux lignes de courbure d'une surface*, par M. C. GUICHARD.

J'emploierai les notations suivantes : u et v sont les paramètres des lignes de courbure; M le point qui décrit la surface; R, R_1, R_2, ..., les réseaux qui se déduisent de M, par l'application de la méthode de Laplace en allant de u vers v; S, S_1, S_2, ..., ceux qui s'en déduisent en sens inverse. La normale à la surface a pour foyers C et D; C est le point qui décrit une courbe tangente à la normale quand u varie seul; je désigne par C_1, C_2, ..., les réseaux qui se déduisent de C, par la méthode de Laplace, dans le sens de v vers u; par D_1, D_2, ..., ceux qui se déduisent de D en sens inverse. On sait que la droite C_k, C_{k+1} passe par S_k; de même, D_k, D_{k+1} passe par R_k; la congruence C_k, C_{k+1} correspond, par orthogonalité des éléments, au réseau R_k.

Le cercle osculateur en M, à la ligne de courbure tangente à MR, a pour axe la droite CC_1; la sphère osculatrice en M a cette ligne à son centre en C_1.

Le cercle point (M) qui a pour centre M et qui est situé dans le plan tangent à la surface, décrit une congruence I [*Sur les systèmes orthogonaux*, etc. (*Ann. Éc. Norm.*, 1903, Chap. VII)]. Les sphères focales sont les sphères qui ont pour centres C et D. La sphère des centres (C) a donc pour cercles focaux le cercle (M) et le cercle osculateur. L'ensemble des cercles osculateurs forme donc une congruence de cercles, au sens de M. Darboux (*Leçons*, IIe Partie, Chap. XV). Les sphères focales ont pour

centres C et C_1; de même, l'ensemble des sphères osculatrices (C_1) forme une congruence de sphères rapportées à ses lignes principales.

Il est facile de voir les éléments qui y correspondent dans l'espace à cinq dimensions. On sait (*loc. cit.*, p. 199) qu'à la congruence de cercles (M) correspond un réseau I; soit a le point qui décrit ce réseau; b, b', b'' les réseaux qui s'en déduisent par la méthode de Laplace dans un certain sens; c, c', c'' ceux qui s'en déduisent dans l'autre sens. Les congruences (ab), (ac) représentent les sphères des centres (C) et (D); les réseaux b et c représentent les deux séries de cercles osculateurs aux lignes de courbure de M; les congruences (bb'), (cc') représentent les deux sphères osculatrices aux lignes de courbure.

Ainsi : *Les réseaux qui représentent les cercles osculateurs des lignes de courbure d'une surface sont les transformés par la méthode de Laplace d'un réseau* I.

Cette représentation permet d'étudier simplement les problèmes relatifs aux cercles osculateurs et aux sphères osculatrices aux lignes de courbure. Je vais l'appliquer au problème suivant :

Trouver deux surfaces (M) *et* (M′) *qui se correspondent avec conservation des lignes de courbure et telles que le cercle osculateur à la première série de lignes de courbure en* M *soit le même que celui à la seconde série en* M′.

Il est clair que le réseau qui représente ces cercles doit se transformer des deux côtés en un réseau I. La loi d'orthogonalité des éléments y fait correspondre une congruence qui se transforme des deux côtés en congruence I. C'est précisément le cinquième cas particulier signalé dans mon Mémoire (*Ann. Éc. Norm.*, 1903, p. 261). Au point de vue analytique on est donc ramené à trouver une équation de M. Moutard,

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = M\theta,$$

admettant cinq solutions $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_5$ telles que

$$(1) \qquad \sum \theta_k^2 = 1, \qquad \sum \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial u}\right)^2 = 0, \qquad \sum \left(\frac{\partial \theta_k}{\partial v}\right)^2 = 0.$$

Les cinq coordonnées pentasphériques du point M sont les quantités $\frac{\partial \theta_k}{\partial v}$; celles de M′ (qui coïncide avec R_1) sont $\frac{\partial \theta_k}{\partial u}$; les longueurs RM et RR_1 sont égales : la sphère qui a pour centre R et pour rayon RM a pour coordon-

nées les quantités θ_k. Il en résulte que le réseau R est à invariants égaux ponctuels. Le cercle tangent en M à MR et en R_1 à RR_1 est osculateur en M à la première série de lignes de courbures et en R_1 à la seconde série ; le point R_1 est dans ce cas particulier sur la droite C_1C_2. La sphère de centre C et de rayon CM est la première sphère des centres de la surface M et la seconde sphère osculatrice sur la surface R_1.

Le réseau M est un réseau O qui se transforme en réseau O par deux transformations de Laplace. Tous les réseaux parallèles à M (qui ont même représentation sphérique des lignes de courbure) possèdent cette propriété ; mais la propriété des cercles osculateurs ne subsiste que pour un seul de ces réseaux, celui qui est tel que le réseau parallèle à R soit à invariants égaux ponctuels.

On obtient des solutions particulières du problème posé, en cherchant les équations de Moutard qui admettent quatre solutions θ_1, θ_2, θ_3, θ_4, satisfaisant aux conditions (1). On voit que cela revient à la recherche des surfaces minima non euclidiennes (Darboux, *Leçons*, 3e Partie, Chap. XIV). Les points M et M′ sont alors sur une sphère, mais on peut, d'après la remarque faite plus haut, trouver une véritable surface ayant le réseau M pour représentation sphérique des lignes de courbure et possédant la propriété indiquée pour les cercles osculateurs. On retrouve des surfaces que j'ai étudiées à un autre point de vue [*Sur les surfaces minima non euclidiennes* (*Ann. Éc. Norm.*, 1896)].

Pour les sphères osculatrices aux lignes de courbure d'une surface, on peut se poser un problème analogue à celui que je viens de poser :

Trouver deux surfaces (M) *et* (M′) *qui se correspondent avec conservation des lignes de courbure et telles que la sphère osculatrice en* M *à la première série de lignes de courbure soit osculatrice en* M′ *à la seconde série.*

Je me borne à indiquer le résultat. Au point de vue analytique, cela revient à trouver sept solutions $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_7$ d'une équation de M. Moutard, telles que

$$(2)\qquad \begin{cases} \Sigma\theta_k^2 = 1, & \sum\left(\dfrac{\partial\theta_k}{\partial u}\right)^2 = 0, & \sum\left(\dfrac{\partial^2\theta_k}{\partial u^2}\right)^2 = 0, \\ & \sum\left(\dfrac{\partial\theta_k}{\partial v}\right)^2 = 0, & \sum\left(\dfrac{\partial^2\theta_k}{\partial v^2}\right)^2 = 0. \end{cases}$$

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *O.-M. Lannelongue*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 59,

M. Charles Richet obtient	....	26 suffrages
M. Lucas-Championnière obtient	......	25 »
M. Pozzi »	.....	4 »
M. Le Dentu »	.....	3 »
M. Reclus »	.....	1 suffrage

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 60,

M. Lucas-Championnière obtient	......	32 suffrages
M. Charles Richet »	.....	26 »
M. Pozzi »	.....	2 »

M. **Lucas-Championnière**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu; son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place de Membre titulaire vacante, au Bureau des Longitudes, par le décès de M. *Radau*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 53,

M. Hatt obtient	....	46 suffrages
M. M. Hamy obtient	....	7 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 42,

M. M. Hamy réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Hatt**
En seconde ligne . . . . M. **M. Hamy**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Ed. Bureau. *Bassin houiller de la Basse-Loire*. Fasc. I : *Histoire des concessions. Pièces justificatives. Description géologique du bassin*. (Études des gîtes minéraux de la France). (Présenté par M. R. Zeiller.)

2° *Propriétés optiques des muscles*, par Fred Vlès. (Présenté par M. Y. Delage.)

3° *Essai sur la genèse et l'évolution des roches*, par Alfred Vialay. (Présenté par M. G. Lemoine.)

ASTRONOMIE. — *Sur le caractère elliptique de la comète Schaumasse* (1911 *h*). Note de MM. **Fayet** et **Schaumasse**, présentée par M. Bassot.

La comète, qui était à peine de 13e grandeur, à la fin de décembre, est devenue excessivement faible. Cependant M. Javelle, avec le réfracteur de $0^m,76$ d'ouverture, de l'Observatoire de Nice, a réussi à l'observer encore à deux reprises : à la fin de janvier et au milieu de février.

Grâce à ces mesures, il a été possible de conclure un système d'éléments plus précis que ceux annoncés dans la Note du 8 janvier et qui établit, cette fois d'une façon certaine, le caractère de périodicité du nouvel astre.

Le calcul a été basé sur les données suivantes :

Dates : 1911-12. Temps moyen Greenwich.		λ géoc. 1911,0.	β géoc. 1911,0.
Décembre	1,49351	195°. 5′.48″,6	+12°.36′.16″,2
Décembre	27,99351	217.31.50,7	+15.13.32,4
Janvier	25,66821	236.30. 3,7	+16.43.51,7
Février	16,63978	246.51.46,6	+17.28.51,7

La méthode de la variation des distances géocentriques, appliquée aux dates extrêmes, a conduit au système :

$T = 1911$, nov. $13,05951$ T_m Greenwich

$$\left.\begin{aligned} \Omega &= 93°.41'.34'',2 \\ i &= 17.41.57,4 \\ \omega &= 44.\ 9.36,9 \end{aligned}\right\}\ \text{éclipt. et équin. moyens 1911,0}$$

$\log q = 0,088584$

$c = 0,695239$

$\mu = 439'',617$

Durée de la révolution sidérale .... $8^{\text{ans}},071$

Représentation des lieux intermédiaires :

		$\cos\beta\, d\lambda$.	$d\beta$.
O — C	Décembre 27........	$-1'',6$	$+2'',6$
	Janvier 25........	$+2'',3$	$+2'',7$

Ces résidus n'ont rien d'anormal, étant donné la grande incertitude des mesures, due tant à la faiblesse de l'astre qu'à son aspect diffus.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions permutables et les groupes continus de transformations fonctionnelles linéaires.* Note de M. **E. Vessiot**, présentée par M. Émile Picard.

1. D'après M. Volterra [1], deux fonctions $F(x,y)$, $G(x,y)$ sont *permutables*, si elles satisfont à l'identité

$$0 = (\overline{F,G}) \equiv \overline{FG} - \overline{GF}, \quad \text{où} \quad \overline{FG} = \int_x^y F(x,\xi)\,G(\xi,y)\,dy.$$

M. Volterra a indiqué comme probable que *deux fonctions permutables à*

[1] Cf. Volterra, *Atti d. R. Accad. d. Lincei*, 20 février 1910, 17 avril 1910, 5 mars 1911.

une troisième sont permutables entre elles. Ce théorème résulte effectivement des remarques suivantes.

Dans le cas $F(x,x) \neq 0$, les fonctions Φ permutables avec F sont, à un changement de variables près, données par une formule explicite de M. Volterra, qu'on peut ramener à la forme

$$(1) \qquad \Phi(x,y) = \varphi(y-x) + \int_x^y \varphi(\xi - x)\, K(\xi - x \mid x \mid y)\, d\xi,$$

où K est un noyau qui ne dépend que de F et est connu, tandis que $\varphi(y) \equiv \Phi(0,y)$ demeure arbitraire. Le crochet de deux fonctions (1) est, par suite, de la forme

$$(2) \qquad (\overline{\Phi, \Phi_1}) = \int_x^y d\xi \int_\xi^y \varphi(\xi - x)\, \varphi_1(y-\eta)\, H(\xi, \eta, x, y)\, d\xi\, d\eta,$$

où H ne dépend encore que de F. Or ce crochet est nul pour tous les couples de fonctions Φ, Φ_1, qui sont de la forme

$$(3) \qquad a_1 F + a_2 \overline{FF} + a_3 \overline{FFF} + \ldots \equiv a_1 F + a_2 \overline{F}^2 + a_3 \overline{F}^3 + \ldots,$$

où $a_1, a_2, a_3, \ldots$ sont des constantes arbitraires; car on sait que ce sont des fonctions permutables à F et permutables entre elles. Les fonctions φ, φ_1 qui leur correspondent dépendent, *essentiellement, d'autant de constantes arbitraires que l'on voudra :* il résulte alors des résultats connus sur les équations de Volterra de première espèce que le noyau H est nul identiquement, si l'on admet que F est une fonction analytique (et même dans des conditions moins restrictives).

2. Le même mode de raisonnement permet de montrer que, *quel que soit* F, *il ne peut exister qu'une fonction* Φ, *permutable à* F, *qui se réduise, pour* $x = 0$, *à une fonction donnée de* y.

Cela posé, si $F(x,x) = 0$, et si l'on suppose que $F(x,y)$ soit, par rapport à $(y-x)$, d'un ordre infinitésimal m déterminé, il existe, d'après M. Volterra, une fonction G, telle que $F = \overline{G}^m$, et $G(x,x) \neq 0$. Toute fonction Φ permutable à G est permutable à F; et comme la fonction $\varphi(y)$, à laquelle elle se réduit pour $x = 0$, est arbitraire, on obtient ainsi toutes les fonctions permutables à F. Celles-ci sont donc, à un changement de variables près, données encore par une formule du type (1); et elles sont encore, deux à deux, permutables.

3. Il résulte des résultats énoncés dans notre Note du 26 février 1912 que la recherche des *groupes continus finis* G, formés d'*opérations de Volterra :*

$$f_1(y) = f(y) + \int_0^y f(\xi)\,V(\xi, y)\,d\xi, \tag{4}$$

revient à celle des systèmes de fonctions $W_k(x, y)$, liées par des identités

$$(\overline{w_h, w_k}) = \sum_s c_{hks} W_s. \tag{5}$$

En combinant avec le théorème précédent sur les fonctions permutables la remarque que toute relation $(\overline{W_h, W_h}) = W_h$ est impossible, on démontre que *tous les groupes* G *sont formés d'opérations deux à deux échangeables*, au moins si chaque W_h a un ordre infinitésimal entier, positif ou nul, en $(y - x)$.

Le groupe G *le plus général*, sous la même hypothèse, *s'obtient*, à un changement de variables près, *en prenant, pour les* W_h, *r fonctions d'un même type* (1). On peut montrer que les fonctions $K(\xi | x | y)$ sont symétriques en ξ et x.

4. Les théorèmes précédents montrent que la structure du groupe de Volterra est bien moins complexe que celle du groupe de Fredholm, pour lequel des noyaux ayant la forme de polynomes entiers en x et y reproduisent toutes les structures c_{hks} des groupes ponctuels finis.

Ces mêmes théorèmes prouvent que la structure des groupes infinis, formés d'opérations de Volterra, est aussi très particulière; ils excluent, notamment, la plupart des structures des groupes infinis ponctuels. Dans l'étude de ces groupes infinis, ceux qui sont composés des opérations, dont les noyaux sont toutes les fonctions d'un même type (1), jouent un rôle essentiel.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certains complexes de droites.* Note de M. V. **Jamet**, présentée par M. Appell.

Dans la recherche des surfaces Σ dont toutes les normales font partie d'un complexe donné, le dernier mot a été dit, à ma connaissance, par

M. Darboux, dont les deux Notes insérées dans les *Comptes rendus* (novembre 1909) montrent que le problème est de ceux qu'on sait résoudre complètement, dès qu'on en connaît une solution particulière. Il n'est peut-être pas sans intérêt de signaler un cas particulier, assez étendu, où la solution générale résulte d'une transformation faite sur l'équation aux dérivées partielles par laquelle le problème se traduit.

Quand on étudie le complexe dont chaque droite porte le moment vectoriel, en un point de l'espace, d'un système de vecteurs donné, on est conduit à faire la généralisation suivante :

Soient

$$x = az + \alpha,$$
$$y = bz + \beta.$$

Considérons le complexe dont l'équation est

$$a\beta - b\alpha = F(a^2 + b^2)\,\Phi(a, b),$$

F désignant une fonction quelconque, et Φ une fonction homogène; soit m le degré de cette fonction. On obtient l'équation aux dérivées partielles des surfaces Σ correspondantes en remplaçant a, b, par $-p$, $-q$ (notation consacrée) et α, β, par $x + pz$, $y + qz$. Cette équation est donc

$$py - qx = F(p^2 + q^2)\,\Phi(-p, -q).$$

Nous l'écrirons sous la forme

$$py - qx = F(p^2 + q^2)\,\Psi(p, q).$$

Nous poserons

$$px + qy - z = u$$

et nous représenterons la surface Σ par les équations paramétriques

$$x = \frac{\partial u}{\partial p}, \qquad y = \frac{\partial u}{\partial q}, \qquad z = p\frac{\partial u}{\partial p} + q\frac{\partial u}{\partial q} - u,$$

après avoir intégré, par rapport à u, l'équation aux dérivées partielles

$$p\frac{\partial u}{\partial q} - q\frac{\partial u}{\partial p} = F(p^2 + q^2)\,\Psi(p, q).$$

A cet effet nous posons

$$p = r\cos\theta, \qquad q = r\sin\theta,$$

ou bien

$$r = \sqrt{p^2 + q^2}, \qquad \theta = \operatorname{arc\,tang}\frac{q}{p},$$

et notre équation devient

$$\frac{\partial u}{\partial \theta} = \mathrm{F}(r^2)\, r^m\, \Psi(\cos\theta, \sin\theta).$$

Or celle-ci admet pour intégrale générale

$$u = \mathrm{F}(r^2)\, r^m \int \Psi(\cos\theta, \sin\theta)\, d\theta + \varphi(r),$$

φ désignant une fonction arbitraire.

NOMOGRAPHIE. — *Généralisation de la construction de Massau et abaque pour résoudre les équations de la forme* $z^{\alpha+\beta} + nz^{2\beta} + pz^{\beta} + q = 0$. Note (¹) de M. **Rodolphe Soreau**, présentée par M. Ch. Lallemand.

1. Dans son beau *Mémoire sur l'Intégration graphique*, J. Massau indique la construction suivante pour résoudre l'équation du 3ᵉ degré

$$z^3 + nz^2 + pz + q = 0:$$

Étant tracées des droites de cotes z

$$zx + y + \lambda z^2 = 0$$

rapportées à deux échelles rectangulaires Ox, Oy de même module λ, on déplace une équerre de façon qu'un de ses côtés passe par le point de cotes $(n - q, p)$, que le sommet décrive la verticale de cote n, et que l'autre côté arrive à coïncider avec une des droites (z) : la cote de cette droite est racine de l'équation.

Massau a établi cette construction par des considérations géométriques assez laborieuses. M. d'Ocagne en a fourni une *justification* analytique. Je me propose d'en donner une *démonstration* fort simple, pour l'équation plus générale

$$z^{\alpha+\beta} + nz^{2\beta} + pz^{\beta} + q = 0.$$

Les droites de Massau sont alors remplacées par les droites

$$(z) \qquad z^{\beta}x + y + \lambda z^{\alpha} = 0.$$

2. J'introduis un paramètre auxiliaire t en écrivant la proposée

$$z^{\alpha+\beta} + tz^{2\beta} + pz^{\beta} + q = (t - n)z^{2\beta},$$

(¹) Présentée dans la séance du 4 mars 1912.

d'où

$$\frac{(z^\alpha + tz^\beta) + (p + qz^{-\beta})}{t - n} = z^\beta.$$

Considérons les fonctions $p + qz^{-\beta}$ et n du premier membre. Il est facile de les faire apparaître dans le deuxième membre à la place et avec le signe qui caractérisent l'alignement en équerre : il suffit de poser l'identité

$$z^\beta = \frac{n + (q - n)}{(p + qz^{-\beta}) - p}.$$

On a dès lors immédiatement la disjonction

$$\begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \end{array}\begin{vmatrix} \overset{(y)}{-(z^\alpha + tz^\beta)} & \overset{(x)}{t} & 0 & \overset{(t)}{1} \\ p + qz^{-\beta} & n & 0 & 1 \\ -n & p + qz^{-\beta} & 1 & 1 \\ q - n & p & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

déterminant dont les deux dernières colonnes sont caractéristiques du double alignement parallèle. Une rotation de 90° des coordonnées fournies par les lignes 3 et 4 fait coïncider les coordonnées des lignes 2 et 3, et réalise l'alignement en équerre des points

$$(a) \begin{cases} x = \lambda t, \\ y = -\lambda(z^\alpha + tz^\beta), \end{cases} \qquad (b) \begin{cases} x = \lambda n, \\ y = \lambda(p + qz^{-\beta}), \end{cases} \qquad (c) \begin{cases} x = \lambda(n - q), \\ y = \lambda p. \end{cases}$$

Pour toute racine de la proposée, on peut placer l'équerre de façon que son sommet soit sur la verticale n, qu'un de ses côtés passe par le point $(n - q, p)$, et que l'autre côté coïncide avec une des droites (z), lieu des points de coordonnées (a).

3. Avec la construction de Massau, on ne saurait pratiquement tracer que le réseau de droites (z) correspondant à un module donné λ : en général, le champ des paramètres n, p, q est alors peu étendu. Mais remarquons, avec M. d'Ocagne, que ces droites sont tangentes à une courbe fixe C_λ (une parabole, dans le cas de l'équation du 3e degré). Cette remarque va me permettre d'étendre *ad libitum* le champ d'application.

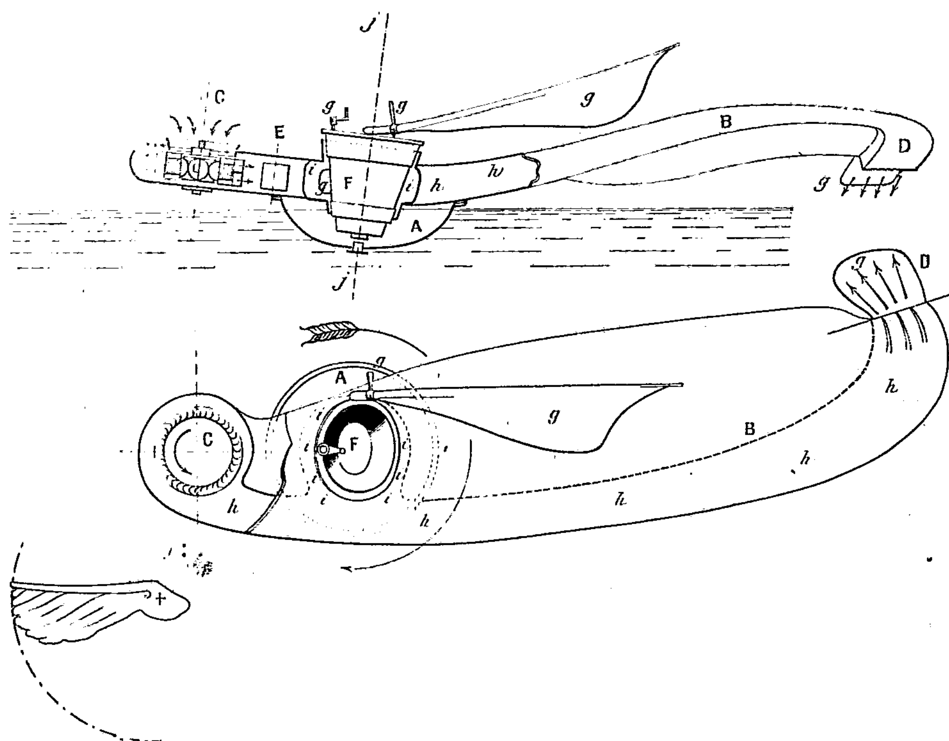
En effet, traçons, pour le cas de $\lambda = 1$, un quadrillage régulier limité aux valeurs $x = 1$, $x = -1$, $y = 1$, $y = -1$, puis construisons les courbes C_1, C_{10}, C_{100}, ...; $C_{0,1}$, $C_{0,01}$, $C_{0,001}$, ... Pour que le point $(n - q, p)$ et la verticale n soient dans le champ du quadrillage, il suffit de prendre le

module 10^m immédiatement supérieur à la valeur absolue du plus grand paramètre n, $n-q$, p, et de considérer la courbe C_{10^m}.

Le coefficient angulaire, changé de signe, de la tangente à cette courbe donne z^β, d'où z. Dans le cas général, une demi-circonférence de centre O, graduée avec les cotes z, permet de lire immédiatement la racine, à l'aide d'une parallèle à la droite (z) menée par O.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le gyroptère.* Note (¹) de MM. **Papin** et **Rouilly**, présentée par M. L. Lecornu.

Le texte de la Note insérée dans les *Comptes rendus* du 4 mars 1912 (p. 644) doit être complété par les figures ci-dessous :



(¹) Présentée dans la séance du 26 février 1912.

PHYSIQUE PARTICULAIRE. — *L'écartement des particules dans le mouvement brownien. Le choc explosif de l'étincelle est la cause du phénomène.* Note [1] de M. **Samuel Lifchitz**, présentée par M. Dastre.

Après nos premières Communications [2], M. Walter König a proposé une explication du phénomène d'écartement [3] des particules browniennes observé par nous. Il l'a attribué au phénomène de Bjerknes. En général, cette explication peut très bien éclaircir les premiers effets obtenus. Mais dans le phénomène même, il reste des détails qui demeurent inexpliqués par le phénomène de Bjerknes. D'après l'opinion de M. König, c'est le mouvement brownien qui, par son influence, aurait produit cette divergence. Nous ne pouvons accepter cette dernière correction de M. König, parce que la vitesse d'écartement et celle du mouvement brownien, comme nous l'avons montré, sont très différentes.

D'autre part, dans nos premières recherches, il y a un point que nous n'avons pas fixé assez nettement. Le phénomène d'écartement est-il le résultat des oscillations sonores, ou bien celui du premier choc explosif de l'étincelle ? Après les travaux de MM. Lebedieff et Neclépaeff, qui ont démontré l'amortissement particulièrement grand des ondes sonores très courtes, le dernier cas devient très probable.

Les résultats que nous donnons ci-après ont été obtenus par nous en cherchant la solution de cette question.

D'abord, nous avons étudié l'influence de la longueur de l'étincelle sur le phénomène d'écartement, dans le cas d'égalité de toutes les autres conditions. La distance où l'écartement était encore à peine visible a été marquée.

La capacité était celle d'une batterie de six plaques de verre; la surface $1^{m^2},5$; $C = 2,22.10^{-8}$ farad. L'étincelle se produisait entre deux boules de zinc de 5^{mm} de diamètre.

Le self $L = 3000$. Le nombre des oscillations électromagnétiques par seconde $N_e = 636000$.

Le nombre des oscillations sonores $N_a = 1270000$.

---

(1) Présentée dans la séance du 4 mars 1912.

(2) *Comptes rendus*, t. 152, p. 761 et 953.

(3) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1160.

Résultats :

Longueur de l'étincelle......	5^{mm}	$9^{mm},5$	13^{mm}	$15^{mm},5$	$16^{mm},5$	$17^{mm},5$
Voltage d'après Heydweller..	17400	26200	30200	32000	32500	33200
Distance jusqu'à ultramicrosc.	17^{cm}	43^{cm}	67^{cm}	87^{cm}	116^{cm}	195^{cm}

Pour le cas où $C = 2,22 \times 10^{-8}$ farad, $L = 90$ (e.-m. C.G.S.), $N_a = 6860000$

Longueur de l'étincelle...........	$3^{mm},5$	$4^{mm},75$	$5^{mm},5$	$6^{mm},25$	8^{mm}
Voltage de l'étincelle............	12900	16500	18600	20300	24000
Distance jusqu'à ultramicrosc.....	27^{cm}	51^{cm}	137^{cm}	200^{cm}	360^{cm}

Dans nos expériences nous constatons que l'énergie d'écartement croît progressivement avec la longueur de l'étincelle, et qu'en même temps elle croît d'autant plus vite que l'étincelle devient plus grande. Cet accroissement dépasse V^2 dans la première série d'expériences et V^3 dans la deuxième série. Et, en même temps, le coefficient d'amortissement devient très grand dans le cas où les étincelles sont très grandes, parce que, pour avoir de fortes décharges, nous avons alimenté le condensateur non directement, mais au moyen d'une étincelle intermédiaire d'après M. Righi.

J'ai examiné l'accroissement d'énergie de l'étincelle dans le cas où les valeurs de L sont différentes. Voici le Tableau des résultats expérimentaux pour le cas où L était différent et C restait la même. La distance entre l'étincelle et le centre d'ultramicroscopie reste invariable et égale à 17^{cm}.

$C = 2,22.10^{-8}$ farad.

Self.	Longueur de l'étincelle.	Voltage.	Nombre des oscillations sonores Na.
	mm	volts	
180700 (e.-m.C.G.S.)	21	34600	160000
89000	16	32300	219000
45500	14	30950	306800
21300	9,5	26250	448500
11650	7	21900	636400
3000	5	17400	1270000
1160	4,5	15900	1920000
90	3,2	12000	6860000

On voit par le Tableau ci-dessus que l'énergie de l'étincelle croît plus vite que le nombre des oscillations, et que cet accroissement devient encore plus grand dans le cas où L est plus petit.

Comparant entre eux les résultats de toutes ces expériences, nous devons conclure que l'énergie d'écartement de l'étincelle ne diminue pas en même temps que croît le coefficient d'amortissement et que cette énergie peut atteindre son maximum dans le cas où ce coefficient est le plus grand. De sorte qu'il nous reste à chercher la cause des phénomènes, non dans les

oscillations sonores produites par la décharge oscillante de l'étincelle, mais dans la première onde explosive de l'étincelle.

Nous pouvons venir à la même conclusion, en examinant les résultats expérimentaux de la deuxième série qui ont donné l'écartement sur une distance de $3^{m},6$, tandis que l'onde sonore était égale à $0^{mm},04$. C'est-à-dire qu'une onde sonore aussi courte ne pouvait parcourir une distance aussi grande.

En introduisant dans le circuit une résistance, on peut dépasser les limites, où, d'après la formule de Thompson $\omega^2 C = 4L$, c'est-à-dire que la décharge cesse d'être oscillante. Et, même dans ce cas aussi, l'étincelle donne un écartement.

Voici les résultats des expériences avec la capacité de $2,22.10^{-8}$ farad, le self de 3000 (e.-m. C. G. S) et la résistance électrolytique ω.

La plus petite longueur de l'étincelle où l'écartement était à peine visible a été marqué.

Distance de l'étincelle.	ω.	Longueur de l'étincelle.	Voltage.	
cm	ohms	mm	volts	
44	0	8	24000	
44	4	12,5	29450	
44	8	16,5	32550	
44	16	21	34630	
44	48	26	36300	décharge
30	100	30	»	non oscillante

D'après la formule, la décharge cesse d'être oscillante quand ω = 23,2 ohms. D'où il s'ensuit que ce sont les deux dernières lignes du Tableau précédent qui sont les plus intéressantes.

Conclusion. — Le phénomène d'écartement dépend, non de la décharge oscillante de l'étincelle, mais du premier choc explosif de cette dernière.

L'énergie d'écartement de l'étincelle devient d'autant plus grande que la capacité est plus grande, que la self-induction est plus petite et la longueur plus considérable.

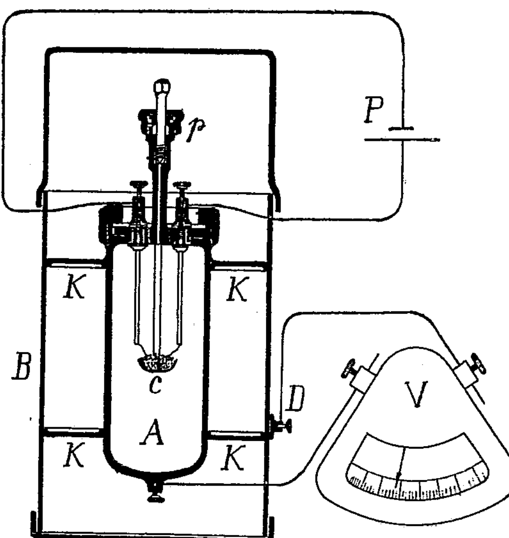
PHYSIQUE. — *Nouveau calorimètre thermo-électrique à combustion.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Villard.

On connaît les importants services rendus à la Chimie par la bombe calorimétrique entre les mains de son auteur Berthelot; adaptée aux

besoins industriels par M. Mahler, cet appareil est universellement employé pour la détermination du pouvoir calorifique des combustibles.

Tout en conservant le principe fondamental de la méthode, j'ai modifié le mode de lecture de l'élévation de température, ce qui permet de lire directement sur un cadran, et sans aucune correction, le pouvoir calorifique cherché.

Pour cela, l'obus calorimétrique A (voir la figure) a été aussi allégé que possible et



l'on a supprimé la masse d'eau qui dans l'appareil primitif sert de masse calorifique principale.

La bombe est maintenue au centre d'une enceinte métallique extérieure B, par deux disques de *constantan* [1] K, K; elle constitue donc la soudure chaude d'un gros élément thermo-électrique, dont la soudure froide est l'enveloppe extérieure B.

Le combustible étant placé comme d'habitude dans la coupelle C, et l'obus étant rempli d'oxygène comprimé, on provoque l'inflammation par la pile P.

La déviation du millivoltmètre V [qui donne toute l'échelle (200^{mm}) pour la combustion de 1^g de charbon pur] fournit sans correction le pouvoir calorifique cherché.

Remarquons en effet qu'on a rendu intentionnellement très importante la perte de

(1) Le constantan est, comme on sait, un alliage formé de parties égales de cuivre et de nickel; il présente par rapport aux métaux usuels un pouvoir thermoélectrique élevé et a l'avantage de se travailler facilement.

chaleur par la conductibilité des disques de constantan ; dans ces conditions les pertes par convection et par rayonnement, qui ne sont pas des fonctions linéaires de la différence de température entre l'obus et son enceinte, peuvent être négligées.

La seule correction qui subsiste est donc due à la perte par conductibilité : elle est proportionnelle à la quantité à mesurer et *ne change pas les rapports* des déviations fournies par les divers combustibles.

Les essais effectués sur cet appareil, que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, ont montré au Laboratoire des Arts et Métiers qu'il en est bien ainsi, la valeur d'une division du millivoltmètre exprimée en calories étant indépendante du poids de combustible employé et de sa nature.

Ce calorimètre combiné pour les mesures industrielles pourrait, par de légères modifications de détail, servir aux recherches de laboratoire.

PHYSIQUE. — *Sur des dispositifs pratiques pour la détermination de la densité des corps solides de faible volume*. Note de M. Jean Escard, présentée par M. L. Cailletet.

Les recherches que nous poursuivons sur la détermination rapide des pierres précieuses par la seule connaissance de leurs caractères physiques, nous ont conduit à différents dispositifs qui peuvent rendre d'utiles services chaque fois qu'on a à mesurer la densité $\left(D=\frac{P}{V}\right)$ de corps solides ayant une forme irrégulière ou un très petit volume.

Les éprouvettes graduées pour la détermination des volumes solides par déplacement de liquide ne peuvent en effet convenir que lorsque les corps à étudier ont une forme assez régulière ou d'apparence cylindrique. Dans tous les autres cas, les résultats sont peu précis par suite de la faible hauteur de liquide déplacé; ils n'ont ainsi qu'une valeur approximative et par conséquent sont presque toujours erronés.

Les dispositifs qui font l'objet de la présente Note et auxquels nous avons donné le nom de *densivolumètres*, pour rappeler leur but et leur origine, permettent au contraire de déterminer avec une grande précision des corps de forme quelconque et de très faible volume, soit 1^{cm^3} à 3^{cm^3} environ.

I. Le premier de ces appareils (*fig.* 1) comprend un tube A terminé à sa partie supérieure par une ampoule de forme grossièrement ovoïdale. Cette dernière est munie d'un tube latérale *t* de très petit diamètre et sur lequel on a marqué un trait de repère fixe. Un second tube de verre B ayant environ 25^{cm} de hauteur communique avec A

par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc; sa capacité est de 10^{cm^3} et il est gradué par vingtièmes de centimètre cube.

Le corps à mesurer est placé dans l'ampoule A. Celle-ci est munie à sa partie inférieure de trois pointes de verre destinées à le soutenir et à laisser une libre communication entre l'ampoule et le tube qui la prolonge, au cas où le solide aurait la forme sphérique et risquerait d'interrompre cette communication.

Pour effectuer les mesures, on remplit d'eau l'appareil, de façon que le zéro du tube gradué B et le repère du tube t soient au même niveau; on introduit ensuite le corps

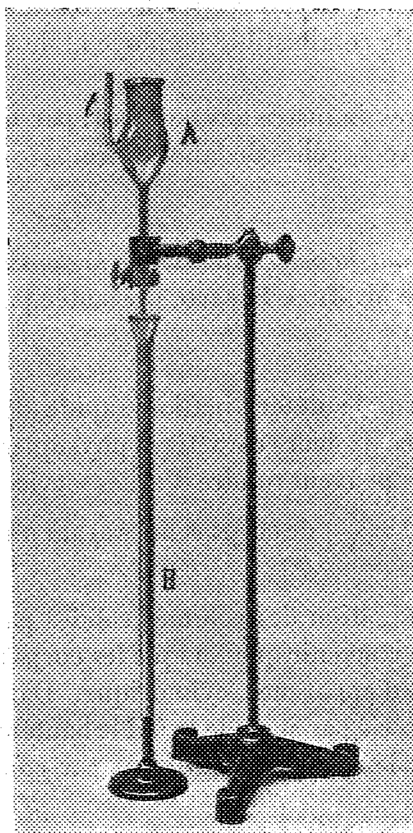


Fig. 1.

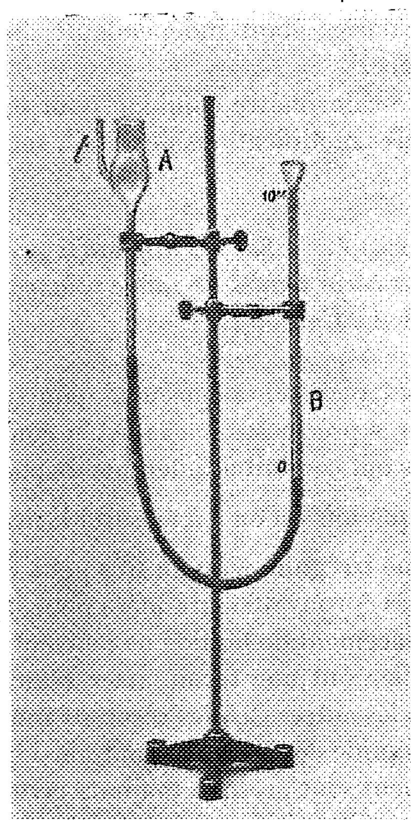


Fig. 2.

dans l'ampoule A. Le niveau de l'eau s'élève dans les différentes branches du système de vases communicants ainsi constitué. On le rétablit à sa valeur primitive dans le tube t qui, en raison de son étroitesse, permet de le repérer exactement. Pendant ce déplacement, le tube B, primitivement vide, se remplit de liquide jusqu'à une certaine hauteur. La lecture de cette hauteur sur la graduation donne, avec une grande exactitude, le volume de l'échantillon introduit en A.

II. Le dispositif représenté par la figure 2 ne diffère du précédent que par la suppression du tube de communication des réservoirs A et B.

L'ampoule A étant remplie de liquide jusqu'au niveau déterminé par le trait de repère du tube *t*, on y introduit le corps à mesurer, puis on rétablit le niveau primitif en faisant couler une partie du liquide dans le tube gradué B. La division à laquelle il s'arrête, dans celui-ci, donne le volume cherché.

Ces appareils, construits par MM. Brewer frères, permettent d'opérer avec une grande rapidité. Ils s'appliquent indistinctement à tous les corps solides et donnent, pour la recherche de la densité, des résultats aussi exacts que par l'emploi des méthodes classiques ordinaires.

Nous étudions en ce moment un dispositif permettant de déterminer, avec une aussi grande exactitude, des volumes ne dépassant pas quelques vingtièmes de centimètre cube.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la réfraction et la dispersion des azotates de mercure.* Note de MM. **P.-Th. Muller** et **E. Carrière**, présentée par M. Haller.

Le module de réfraction des métaux n'est pas constant; il dépend de la nature des combinaisons où l'élément est engagé et surtout de sa valence. En nous bornant aux observations de Ghira [1] nous constatons que le module de l'étain tiré du chlorure stanneux est 15,70, tandis que l'étain tétraméthyle fournit le nombre 19,33 (formule en n^2, raie α de l'hydrogène).

De même, le plomb bivalent de l'acétate possède le module 12,89 et le métal du plomb tétraéthyle 17,87. Par contre, Ghira nous dit que le module du mercure, trouvé par lui avec l'azotate mercureux, se confond avec celui de Gladstone tiré de l'azotate mercurique.

En présence de ce désaccord, on serait tenté d'attribuer la divergence constatée chez les composés du plomb et de l'étain au fait que, pour les sels de ces métaux, les indices ont été mesurés en solution aqueuse, tandis que ceux des dérivés organo-métalliques ont pu être pris sur des liquides purs.

Pour élucider la question, nous avons étudié les azotates mercureux et mercuriques à l'état dissous; nous avons choisi des solutions peu concentrées et pris comme dissolvant de l'acide azotique (de normalité comprise entre 0,6 et 1,05), de manière à éviter l'hydrolyse de nos sels de mercure.

---

[1] Ghira, *Gazz. chim. ital.*, t. XXIV, I, 1894, p. 309.

L'acide azotique ne renfermait ni chlore, ni acide sulfurique; il avait été débarrassé de toute trace de vapeurs nitreuses par un courant d'air. Les sels de mercure étaient purs. On y a dosé le mercure précipité à l'état d'oxyde (sel mercurique) et de calomel (sel mercureux). Ces analyses ont permis de calculer le poids de sel *anhydre* contenu dans chacune de nos solutions, lesquelles ont été faites par pesée.

La température des expériences a été uniformément de 20°.

Les densités d_4^{20} sont ramenées au vide et rapportées à l'eau à 4°, enfin les indices ont été pris (avec l'appareil de Pulfrich) par rapport à la raie D du sodium et aux raies α, β, γ de l'hydrogène. Pour éviter l'altération des solutions, le dé argenté qui sert à maintenir la température constante avait été remplacé par un dé en verre.

Voici d'abord les données relatives à l'acide azotique dissous :

Solutions.	d_4^{20}.	α.	D.	β.	γ.
A.............	1,0209	1,3365 0,2034	1,3385 0,2045	1,3427 0,2068	1,3461 0,2086
B.............	1,0253	1,3375 0,2031	1,3394 0,2041	1,3436 0,2064	1,3471 0,2083
C.............	1,0373	1,3404 0,2023	1,3423 0,2033	1,3464 0,2055	1,3501 0,2075

En dessous de chaque indice (*ex.* : $n = 1,3365$) figure la réfraction spécifique de la *solution* (*ex.* : 0,2034) calculée par la formule $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}$.

Dans le Tableau suivant, p désigne le poids de sel anhydre dissous dans 100^g de mélange, N la normalité moléculaire, c'est-à-dire le nombre de molécules-grammes dans un litre. On a mis en dessous de l'indice de la solution (*ex.* : 1,3431) la réfraction spécifique du *sel dissous* (*ex.* : 0,0758) calculée d'après la règle ordinaire des mélanges.

Azotate mercureux (réfraction spécifique).

Acide.	p.	d_4^{20}.	N.	α.	D.	β.	γ.
A.....	4,0118	1,0563	0,08087	1,3404 0,0833	1,3424 0,0840	1,3468 0,0867	1,3504 0,0899
A.....	7,4925	1,0913	0,1560	1,3445 0,0824	1,3465 0,0833	1,3511 0,0856	1,3547 0,0883
B.....	7,9896	1,0991	0,1675	1,3456 0,0841	1,3477 0,0855	1,3524 0,0866	1,3562 0,0907

Azotate mercurique (réfraction spécifique).

Acide.	p.	d_4^{20}.	N.	α.	D.	β.	γ.
B.....	5,3037	1,0767	0,1762	1,3431	1,3451	1,3497	1,3533
				0,0758	0,0773	0,0796	0,0815
C.....	6,6201	1,1014	0,2250	1,3473	1,3495	1,3532	1,3578
				0,0773	0,0791	0,0814	0,0829

RÉFRACTIONS MOLÉCULAIRES.

Azotate mercureux $Hg^2(NO^3)^2 = 524$.

p.	M_α.	M_D.	M_β.	M_γ.	$M_\gamma - M_\alpha$.
4,0118	43,62	44,02	45,45	47,15	3,53
7,4925	43,15	43,64	44,83	46,26	3,11
7,9896	44,07	44,79	46,44	47,54	3,47
Moyenne :	43,61	44,15	45,57	46,98	3,37

Azotate mercurique $Hg(NO^3)^2 = 324$.

5,3037	24,56	25,05	25,78	26,39	1,83
6,6201	25,06	25,65	26,37	26,87	1,81
Moyenne :	24,81	25,35	26,07	26,63	1,82

On voit d'abord qu'en lumière jaune la réfraction *spécifique* moyenne du sel mercureux (0,0843) est supérieure à celle du dérivé mercurique (0,0782); différence 7,8 pour 100. La dispersion spécifique de l'azotate mercureux (0,0063) l'emporte aussi de 10,5 pour 100 sur la dispersion spécifique de l'azotate mercureux (0,0063); l'emporte aussi de 10,5 pour 100 sur la dispersion spécifique de l'azotate mercurique (0,0057).

Admettons que le radical NO^3 conserve la même valeur optique dans les deux composés, c'est-à-dire environ 9 (chiffre approché qu'on peut tirer de la réfraction de l'acide azotique); nous obtenons pour le module du mercure dans le sel mercurique $25,35 - 18 = 7,4$; et dans le sel mercureux $\frac{44,15 - 18}{2} = 13,1$. Malgré le caractère provisoire de ces nombres, ils n'en prouvent pas moins que le mercure est optiquement plus actif que celui de l'azotate mercurique, puisque nos expériences ont été faites dans des conditions comparables pour les deux sels. Ajoutons que Ghira (¹) trouve 11,7 pour le module du mercure de l'azotate mercureux, mais pour la raie α et

(¹) Ghira, *loc. cit.*, p. 314.

des solutions deux ou trois fois plus concentrées que les nôtres (l'acide azotique ayant la même teneur que dans nos expériences).

Des mesures de Ghira sur le mercure diméthyle et diéthyle, nous tirons encore la valeur 12,8 pour le mercure bivalent (raie α). Rappelons enfin que l'azotate mercureux a pour formule $Hg^2(NO^3)^2$ [1].

Des nombres précédents nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° La réfraction de l'atome de mercure *bivalent* est notablement plus grand dans les composés organo-métalliques que dans l'azotate mercurique.

2° La réfraction et la dispersion de l'*atome* de mercure dans le complexe Hg^2 (azotate mercureux) dépassent de beaucoup les propriétés correspondantes du même atome à l'état d'ion simple (azotate mercurique).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques phénomènes mécaniques de combustion gazeuse. Flamme spirale.* Note de M. **J. Meunier**, présentée par M. Bigourdan.

L'étude de la combustion des gaz, particulièrement celle du gaz d'éclairage, m'a conduit à constater certains phénomènes présentés par les flammes, que j'ai réussi à produire régulièrement. L'exposé de ces faits me paraît intéressant, non seulement pour approfondir nos connaissances sur la combustion et sur ses applications si nombreuses, mais aussi pour qu'ils soient rapprochés de certaines *apparences cosmiques* dont l'explication demeure mystérieuse.

Mécanisme de la flamme ordinaire. — Toute flamme ordinaire se compose de trois parties distinctes :

1° A l'intérieur, une partie obscure ou *substratum* dans laquelle la combustion ne peut avoir lieu, parce que la proportion de combustible est trop forte et dépasse plus ou moins la limite de combustibilité;

2° Une *nappe d'allumage extérieure* bleue, couche plus ou moins visible qui part du bas de la flamme et s'élève, en s'amincissant, jusque vers le milieu;

3° La flamme proprement dite, qui sort de la nappe d'allumage et dont l'éclat dépend de la composition du substratum et de la nature des gaz qui le forment.

C'est dans la nappe d'allumage que les phénomènes mécaniques sont le plus intenses, car c'est dans cette nappe, et là seulement, que se produit le spectre bien connu de

---

(1) En solution, Hg^2 constitue un ion complexe bivalent : Ogg, *Zeits. f. physik. Ch.*, t. XXVII, 1898, p. 296.

Swan, ainsi que je l'ai précédemment démontré (¹). Ce spectre indique évidemment un choc moléculaire très vif entre le combustible et le comburant.

La nappe d'allumage attire à distance l'air comburant qui l'entoure, et l'attraction se démontre par l'expérience suivante qui est à la portée de tous. On approche une petite flamme, soit celle d'une lampe à essence ordinaire, de la flamme *plate* d'un bec de gaz dit *bec papillon*. Dans le bas de la nappe, à quelques millimètres au-dessus du bec, la petite flamme scrutatrice est vivement attirée par la grande flamme ; à cette hauteur, les filets d'air sont donc attirés normalement. A mesure qu'on l'élève, la petite flamme devient de plus en plus oblique et, en face de la partie blanche de la flamme principale, elle ne se réunit à l'autre que latéralement. C'est le contraire qui se produirait s'il s'agissait d'un simple entraînement physique.

A la base de la flamme de tous les becs papillons, on remarque des corpuscules filamenteux qui pénètrent dans la flamme et deviennent aussitôt incandescents. Ils ne proviennent pas du gaz, mais de l'air ambiant.

Leur éclat jaunâtre est dû au sodium et au calcium qu'ils contiennent ; et fournissent au spectroscope la raie du sodium, absente quand l'air en est exempt. Or, en examinant de près, on reconnaît qu'ils entrent normalement dans la flamme, surtout à la partie inférieure, puis se relèvent aussitôt, car ils demeurent dans l'épaisseur de la nappe d'allumage, qui les entraîne sans qu'ils puissent pénétrer dans le *substratum* obscur où leur éclat s'éteindrait aussitôt, qui oppose une certaine résistance et est animé d'une vitesse moindre. Ils indiquent la route suivie par les filets d'air alimentant la nappe d'allumage.

Flamme tourbillonnaire spirale. — Si nous augmentons la longueur de notre flamme scrutatrice, elle se tord et s'étale sous l'influence de la nappe d'allumage de la flamme papillon, en dessinant une surface hélicoïdale dextrorsum, ou sinistrorsum suivant le côté où elle est placée.

Il est essentiel de remarquer que la vitesse du combustible fourni par la mèche de la lampe à essence est faible par rapport à celle du gaz du bec papillon. Le gauchissement de la surface, dans ce cas, est assez réduit. Il n'en est plus ainsi quand le gaz de la flamme scrutatrice est animé d'une vitesse beaucoup plus grande que l'autre; on peut voir alors une ou plusieurs spires complètes. Je signalerai, en passant, que cela s'observe sur un feu de bûches de bois, au moment où l'on entend siffler le gaz combustible qui se dégage vivement de l'intérieur du bois; on voit alors se produire des boucles de flamme comprenant plusieurs spires en tire-bouchon; fait curieux, deux boucles se réunissent parfois et se retournent symétriquement vers leur intérieur.

La combustion des gaz peut donc fournir automatiquement des « spirales lumineuses ». J'ai réussi à régulariser le phénomène et à lui donner une netteté qui frappera tous ceux qui voudront répéter mon expérience.

(¹) *Comptes rendus*, t. 153, 6 novembre 1911, p. 863.

Je prends un bec aplati, capable de donner une flamme papillon, mais ayant une large fente pour que le gaz se dégage sous une pression faible de quelques millimètres d'eau seulement. D'autre part, je dirige obliquement sur sa flamme un jet de gaz sortant de l'orifice d'un chalumeau et se dégageant sous une pression beaucoup plus forte, de 8^{cm} ou 10^{cm} par exemple. Ce jet s'allume en présentant certaines particularités qu'il ne m'est pas loisible d'analyser ici et, traversant entièrement la flamme en raison de sa vitesse, il produit dans celle-ci une échancrure bordée d'un superbe bourrelet. La section de ce bourrelet s'aperçoit à sa partie inférieure; elle est constituée par une *flamme spirale*, à spire plus ou moins nombreuses, mais d'une finesse merveilleuse. Elle rappelle certaines belles épreuves photographiques de nébuleuses spirales. Le mouvement a lieu de dehors en dedans, et la spirale débute extérieurement par une plage lumineuse qui va en se rétrécissant. Son centre se trouve sur l'axe courbe du bourrelet. Entre celui-ci et le jet de flamme du chalumeau, l'intervalle est obscur; cela correspondrait à l'espace à peu près vide, désert stellaire, dont les nébuleuses spirales sont flanquées d'un côté seulement, d'après M. Max Wolf (1).

Que suffit-il de supposer pour que le phénomène de la flamme spirale puisse se produire dans les milieux cosmiques? deux nuages gazeux, l'un formé d'un gaz combustible, l'autre d'un comburant; la combustion n'est possible qu'à leur contact seulement; surgit un astre enflammé (étoile ou comète) doué d'une grande vitesse, l'inflammation a lieu, si elle n'existait déjà, et la flamme spirale se produit avec des apparences très diverses dépendant de la position, de l'obliquité de la direction de l'astre sur la nappe nébuleuse, du rapport des vitesses et des proportions réciproques des deux gaz, etc.

Je ferai remarquer, en terminant, qu'il y a une différence essentielle entre ces phénomènes et les tourbillons dans les fluides homogènes; les filets lumineux de la spirale étant le siège du dégagement de l'énergie provenant de la combustion et possédant eux-mêmes une nappe d'allumage, doivent être animés d'une vitesse beaucoup plus grande que les filets obscurs qui les touchent; par suite on doit rencontrer sur un même rayon vecteur de la spirale des séries de maxima et de minima de vitesses. Ne pourrait-on pas trouver dans cette remarque une explication de certains calculs qui ont été faits récemment à propos du système solaire?

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, année 1908, p. A.71, n° 68.

CHIMIE. — *Recherches sur le processus de formation de l'acide dithionique dans l'action des sulfites alcalins sur les sels de cuivre.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Le Chatelier.

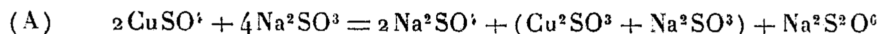
J'ai fait voir [1] que la liqueur renfermait de l'acide dithionique ou hyposulfurique, quand on avait chauffé une solution de sulfate de cuivre avec un excès de sulfite de sodium. Mais le fait de la décoloration à froid du mélange des solutions des deux sels, indice d'un phénomène de réduction, m'a conduit à penser que la formation de cet acide pouvait avoir lieu déjà à la température ordinaire, et j'ai été ainsi amené à le vérifier.

Pour cela, j'ai tout d'abord contrôlé, par une expérience préliminaire dont je donnerai le détail dans un autre recueil, qu'*à froid* (15°), à l'abri de l'air, le sulfite de sodium employé en excès, peut réduire complètement à l'état d'oxydule l'oxyde des sels de cuivre. Ce point acquis, il fut procédé à la recherche de l'acide dithionique ainsi que du composé cuivreux formé.

Mélange fut donc fait, en tube scellé, des solutions de 4g de sel de cuivre et de 13g de sulfite, et la liqueur (110^{cm^3}) claire, obtenue en agitant le précipité jusqu'à redissolution, fut abandonnée à elle-même. Quelques heures suffirent pour avoir un dépôt de cristaux incolores. Au bout de quatre jours, le liquide fut décanté et les cristaux recueillis furent soigneusement essorés dans des doubles de papier Joseph.

Tout d'abord, dans le liquide traité comme d'usage et soumis aux opérations déjà décrites, il me fut aisé d'y reconnaître successivement la présence d'un peu de bisulfite puis celle de l'acide dithionique en quantité beaucoup plus importante. L'action de la chaleur n'est donc pas nécessaire pour la genèse de cet acide.

Restait à vérifier si l'égalité



$$(A) \quad 2CuSO^4 + 4Na^2SO^3 = 2Na^2SO^4 + (Cu^2SO^3 + Na^2SO^3) + Na^2S^2O^6$$

est bien l'expression exacte du phénomène. C'est ce que seule pouvait nous apprendre l'analyse des cristaux, y ayant reconnu, par une étude sommaire, la présence de l'oxydule de cuivre.

Cette analyse commencée sur une partie des cristaux, sitôt l'essorage terminé, le surplus fut mis en réserve dans un flacon, à l'abri des poussières.

Comme caractères, ces cristaux présentent les propriétés suivantes : au contact de l'air ils prennent, même bien essorés, une teinte brunâtre qui, en quelques heures,

(1) *Comptes rendus*, t. 154, p. 434.

tire sur le vert. Par l'action de l'acide sulfurique dilué, ils dégagent du gaz sulfureux en donnant du sulfate de cuivre et du cuivre métallique. Les solutions alcalines en séparent l'hydrate jaunâtre d'oxydule soluble dans l'ammoniaque. Ils sont solubles dans l'acide chlorhydrique dilué, en dégageant du gaz sulfureux et la solution ne précipite pas par les sels de baryum. Enfin, si l'on chauffe progressivement ces cristaux, ils perdent de l'eau et prennent successivement une teinte brune, puis rougeâtre et ensuite noire (par oxydation), pour donner, si l'on traite le résidu par un courant d'hydrogène, à la température d'ébullition du soufre, un mélange de cuivre (1) et de sulfate de sodium. Ces cristaux sont donc formés par un sulfite double hydraté de soude et d'oxydule Cu^2O.

Restait à déterminer la composition centésimale. 0g,5404 de ce sel, fraîchement recueilli, ont donné, après oxydation en solution ammoniacale par le perhydrol dilué, pour le dosage du cuivre : 0g,3114 $CuSO^4$, et pour celui de l'acide sulfureux : 0g,4541 $BaSO^4$, l'acide de ce sulfate de baryum provenant de l'oxydation du sulfite alcalin et du sulfite cuivreux. Or l'acide contenu dans les 0g,3114 $CuSO^4$ a un poids double de celui qu'a donné par oxydation le sulfite cuivreux; si donc, du poids du sulfate de baryum trouvé on retranche celui qui correspond à l'acide sulfurique provenant du sulfite cuivreux, soit 0g,2277, la différence, 0g,2264, représente le sulfate de baryum correspondant au sulfite alcalin. Ces deux quantités étant sensiblement égales, les cristaux renferment donc le sulfite alcalin et le sulfite cuivreux, molécule à molécule, et la composition du sel est du type : $Cu^2SO^3 + Na^2SO^3 + Aq$. Ce qui prouve, abstraction faite de l'état d'hydratation des sels, que l'équation (A) est bien l'expression de la réalité.

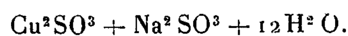
L'analyse de ce sel, il est indispensable de l'effectuer de suite, c'est-à-dire dès qu'il a été séparé du liquide où il s'est déposé, car, après une attente de quelques jours dans le tube où on le conservait, il s'était profondément altéré. Il avait pris une teinte d'un vert foncé et paraissait humide. Si on le place alors sur la balance, on constate au début une diminution rapide de poids qui, pour 5 à 6 décigrammes de matière, peut se poursuivre pendant 15 minutes à 20 minutes et s'élever jusqu'à quelques pour 100 du poids noté dans les premières secondes de la pesée, phénomène que je n'ai jamais observé avec le sel qu'on vient d'essorer au sortir de ses eaux mères. Cette diminution rapide de poids du sel, au début de son exposition à l'air, est due, ainsi que le prouve l'analyse, à une perte d'eau, une partie de l'eau

(1) Quand, dans un courant d'hydrogène, on chauffe du sulfate de cuivre à la température d'ébullition du soufre (448°), il y a réduction du sel et dégagement abondant d'eau et de gaz sulfureux, auquel succède, subitement vers la fin, l'odeur de H^2S. Cela est dû à ce que l'action réductrice de l'hydrogène, à cette température, s'exerce sur l'oxyde CuO et sur l'acide sulfurique devenu libre pour donner du cuivre métallique, sauf de légères traces qui restent à l'état de sulfure Cu^2S, qui, lorsque le sel a disparu, cède lentement son soufre à l'hydrogène. Aussi l'odeur du gaz H^2S n'est-elle jamais très forte.

de cristallisation étant devenue libre par suite de l'altération du sel, par suite d'une oxydation partielle.

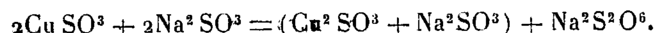
Comme fréquemment les eaux mères, qui imprègnent les composés facilement altérables, aident à cette altération par l'état d'humidité dans lequel elles les maintiennent, j'ai cru bon, dans une nouvelle opération, de soumettre les cristaux, primitivement essorés, à un lavage à l'alcool et de répéter ce traitement par trois fois, en faisant suivre chaque lavage d'un essorage au papier Joseph. L'expérience a confirmé mon attente, car le sel a pu, sans changement apparent dans son aspect, être conservé quelque temps dans *les mêmes conditions* où le sel non lavé à l'alcool s'était modifié. Il avait gardé sa teinte ambrée primitive, sans trace de coloration verte. De plus, l'analyse a conduit aux mêmes résultats, aussi bien avec le produit abandonné pendant plusieurs jours à lui-même qu'avec celui récemment préparé, cela, soit en dosant le cuivre et l'acide sulfureux, comme précédemment après oxydation (par le perhydrol) du composé dissous dans l'ammoniaque, soit en dosant le cuivre et le sulfate de sodium qui forment le résidu obtenu en réduisant, par l'hydrogène, le sel préalablement desséché et oxydé en le chauffant à l'air.

L'eau étant déterminée par différence, on a, dans tous les cas, trouvé la même composition centésimale qu'exprime la formule



$$Cu^2SO^3 + Na^2SO^3 + 12H^2O.$$

Comme l'explique l'égalité (A), c'est bien la formation de ce composé, lors de la réduction du sulfite cuivrique engendré par le mélange des solutions des deux sels, qui détermine la production de l'acide dithionique



$$2Cu SO^3 + 2Na^2 SO^3 = (Cu^2 SO^3 + Na^2SO^3) + Na^2S^2O^6.$$

C'est aussi ce sulfite double, qui, en se décomposant sous l'action de la chaleur, donne le précipité amarante que nous avons vu se former à chaud. Seulement, comme le sulfite double est d'autant plus stable que la solution est plus riche en sulfite alcalin et que par sa décomposition il remet de ce sulfite en liberté, la décomposition du sel double cuproso-sodique n'est jamais complète quand il y a excès de sel alcalin.

La formation de l'acide dithionique avec les sels de cuivre est donc un phénomène de même ordre que celui qui a lieu avec les sels d'argent; seulement, dans le cas des sels de cuivre, la réaction se produit plus vite à froid, sans que la quantité d'acide dithionique produit soit jamais négligeable, car, des deux dosages d'acide dithionique que j'ai faits au cours de mes recherches, l'un m'a donné 57,9 et l'autre 69,4 pour 100 du rendement théorique calculé d'après l'équation (A).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide apoharminecarbonique, l'apoharmine et quelques dérivés de cette base.* Note de M. V. **Hasenfratz**, présentée par M. A. Haller.

L'apoharmine $C^8H^8N^2$ est le noyau commun aux alcaloïdes du *Peganum harmala :* la harmine $C^{13}H^{12}N^2O$ et la harmaline $C^{13}H^{14}N^2O$.

O. Fischer (1) l'obtient par distillation de l'acide harmique $C^{10}H^8N^2O^4$, acide bibasique résultant de l'oxydation de ces deux alcaloïdes, au moyen de l'acide chromique. Ce savant recommande d'opérer dans le vide avec 0g,5 d'acide harmique, au plus.

On conçoit aisément les difficultés qu'il y aurait à obtenir ainsi de grandes quantités d'apoharmine. Après de nombreux essais, j'ai adopté un dispositif qui permet de traiter, en une seule fois, 24g d'acide harmique. J'ai montré expérimentalement que la décomposition de cet acide s'effectue en deux phases distinctes : entre 250° et 280° une seule molécule de CO^2 s'élimine ; le produit obtenu, renfermant encore un carboxyle, est identique à l'acide apoharminecarbonique $C^8H^7N^2(CO^2H)$ que O. Fischer et Buck (2) avaient déjà préparé par une autre méthode. Cet acide, au-dessus de 330°, donne naissance à l'apoharmine avec perte de CO^2. L'élimination successive des deux molécules d'anhydride carbonique permet, comme nous le verrons plus loin, de donner des indications sur la position probable des deux carboxyles de l'acide harmique.

A côté de la bromoapoharmine $C^8H^7BrN^2$, mentionnée dans une Note antérieure (3), j'ai préparé l'iodoapoharmine $C^8H^7IN^2$ et ses dérivés ainsi que l'acide apoharminesulfonique $C^8H^7N^2SO^3H$, nouveaux produits substitués de l'apoharmine.

La préparation de l'acide apoharminecarbonique et de l'apoharmine a été réalisée dans les conditions suivantes : dans un tube de verre (long. 80cm, diamètre intérieur 2cm), fermé à l'une de ses extrémités, on répartit 8g d'acide harmique desséché, sur une longueur de 45cm à partir du fond du tube.

Plusieurs tubes, ainsi garnis, sont placés horizontalement dans un bloc de fonte, de telle sorte que leur partie extérieure soit de 30cm environ.

(1) O. Fischer, *Berichte*, t. XXII, p. 640.
(2) O. Fischer et Buck, *Id*, t. XXXVIII, p. 329.
(3) V. Hasenfratz, *Comptes rendus*, t. 154, p. 215.

Acide apoharmine carbonique. — Au moyen d'une trompe à eau, on fait le vide dans les tubes et l'on maintient le bloc à 250°-280° pendant une heure. Leur contenu est repris par l'eau bouillante et la solution obtenue abandonne, à froid, des lamelles incolores qui ont la composition et les propriétés de *l'acide apoharminecarbonique* $C^8H^7N^2CO^2H$. Celui-ci, chauffé vers 330°, perd CO^2 et donne l'apoharmine. Il se combine aux acides et aux alcalis pour former des sels. Son chlorhydrate, en solution aqueuse, est décomposé par l'acétate de soude qui met en liberté l'acide apoharmine-carbonique.

Apoharmine. — Si l'on chauffe l'acide harmique, au delà de 330°, on voit se sublimer, dans les parties des tubes extérieures au bloc, une substance blanche, cristalline, dont la quantité augmente progressivement : c'est *l'apoharmine* $C^8H^8N^2$. La réaction est terminée au bout de 3 heures. En chauffant simultanément trois tubes, j'ai obtenu, dans chaque expérience, $10^g,8$ d'apoharmine, au moyen de 24^g d'acide harmique, ce qui correspond à 75 pour 100 du rendement théorique. On conçoit aisément la possibilité d'augmenter le nombre de ces tubes et par suite la quantité d'apoharmine formée en une seule opération. Cette base fond à 186°, se dissout peu dans l'eau froide, plus aisément à chaud ; elle est soluble dans l'alcool.

Iodoapoharmine. — Une solution aqueuse d'apoharmine, contenant de la potasse, est traitée par l'iode dissous dans l'iodure de potassium. Il se forme un précipité blanc qu'on fait cristalliser dans l'alcool faible. L'iodoapoharmine $C^8H^7IN^2$ se dépose, à froid, en longues aiguilles incolores (P. F. 158°), insolubles dans l'eau, très solubles dans l'alcool concentré. La réaction peut se représenter par l'équation



$$C^8H^8N^2 + 2I + KOH = C^8H^7IN^2 + KI + H^2O.$$

L'hydrogène naissant (Zn + HCl) transforme l'iodoapoharmine en apoharmine.

J'ai préparé l'azotate $C^8H^7IN^2, NO^3H + H^2O$, et le chloroplatinate d'iodoapoharmine $(C^8H^7IN^2, HCl)^2PtCl^4$.

L'iodoapoharmine s'unit à l'iodure de méthyle : l'*iodhydrate de méthyliodoapoharmine* $C^8H^6IN^2CH^3$, HI, ainsi obtenu, est décomposable par la potasse en donnant la *méthyliodoapoharmine* $C^8H^6IN^2CH^3$ qui cristallise, dans l'alcool faible, en aiguilles incolores (P. F. 155°-156°). Cette base méthylée est très peu soluble dans l'eau, mais elle se dissout très facilement dans l'alcool fort.

Acide apoharminesulfonique. — On l'obtient en dissolvant l'apoharmine dans l'acide sulfurique concentré froid. La solution acide est versée dans l'eau et la liqueur est évaporée, au bain-marie, jusqu'à l'apparition de cristaux à la surface du liquide. Après refroidissement, on essore et l'on fait cristalliser le produit dans l'eau. *L'acide apoharminesulfonique* $C^8H^7N^2SO^3H$ forme des prismes incolores, plus solubles dans l'eau chaude que dans l'eau froide. L'acide chlorhydrique concentré bouillant le transforme en chlorhydrate d'apoharmine.

Le même procédé de sulfonation, appliqué à la harmaline, m'a permis de préparer l'*acide harmalinesulfonique* $C^{13}H^{13}N^2O.SO^3H$, encore inconnu : longues aiguilles jaune d'or. Cet acide se dissout faiblement dans l'eau en lui communiquant une fluorescence bleue très intense. HCl concentré bouillant le ramène à l'état de chlorhy-

drate de harmaline. O. Fischer et Buck avaient déjà obtenu le dérivé sulfonique de la harmine en traitant par quelques gouttes de SO^4H^2 une solution de harmine dans l'anhydride acétique chaud.

L'existence d'un acide apoharminesulfonique, décomposable par HCl, indique que le radical SO^3H est rattaché à l'un des atomes d'azote de l'apoharmine et constitue un nouvel argument en faveur de la nature secondaire de cette base, dont O. Fischer a préparé le dérivé méthylé.

La possibilité de préparer la méthyliodoapoharmine montre que l'iodoapoharmine, de même que l'apoharmine, est une base secondaire. Il en résulte que l'iode s'est substitué à l'hydrogène appartenant à la chaîne carbonée de l'apoharmine.

O. Fischer [1] a établi que l'acide harmique forme, avec la résorcine, un produit analogue à la fluorescéine : on peut donc admettre que les deux carboxyles de cet acide sont en position ortho. De plus, j'ai démontré expérimentalement qu'un de ces carboxyles cède CO^2 plus aisément que l'autre, ainsi qu'en témoigne la formation de l'acide apoharminecarbonique. Or, on sait que les composés ayant un ou plusieurs CO^2H, greffés sur un noyau cyclique azoté, perdent facilement CO^2 lorsqu'un carboxyle occupe la position α, par rapport à l'atome d'azote (ex : l'acide quinoléique ou acide α-β-pyridinedicarbonique donne naissance à l'acide nicotique ou acide β-pyridinecarbonique).

Dans ces conditions, il est vraisemblable de supposer que les deux carboxyles de l'acide harmique sont placés en α et β par rapport à l'un des atomes d'azote de l'apoharmine. L'acide harmique serait l'acide α-β-apoharminedicarbonique et se décomposerait à 250°-280° en acide β-apoharminecarbonique par perte du carboxyle situé en α.

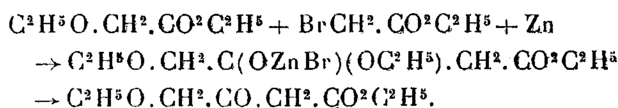
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther γ-éthoxyacétylacétique*. Note de M. **Marcel Sommelet**, présentée par M. A. Haller.

Les éthers-sels des acides acycliques α-bromés réagissent, comme on sait, en présence du zinc, sur la plupart des aldéhydes et des cétones pour donner naissance à des éthers d'acides-alcools β. Cette réaction n'a, par contre, été appliquée aux éthers-sels que dans deux cas, ceux du formiate

(1) O. Fischer, *Berichte*, t. XXX, p. 2486.

et de l'oxalate d'éthyle, et ne semble pas caractéristique, en général, des éthers-sels à fonction simple de la série acyclique : l'éther acétique, par exemple, quoique homologue immédiat de l'éther formique, mis à réagir sur l'éther bromacétique en présence du zinc, ne m'a fourni que des traces d'un composé β-cétonique. En présence de ces faits, je me suis demandé si un facteur particulier n'intervient pas dans le cas des éthers des acides formiques et acétiques. Ces acides sont, le second surtout, des acides forts, comme l'atteste la valeur de leur conductibilité électrique ; j'ai pensé qu'il pouvait y avoir une relation entre ce caractère et la réactivité manifestée par leurs éthers vis-à-vis des éthers bromés et en vue de chercher une vérification de cette hypothèse, j'ai essayé de condenser avec les éthers bromés, en présence du zinc, l'éther éthoxyacétique dont l'acide possède une énergie fonctionnelle comparable à celle de l'acide formique. J'ai obtenu des résultats positifs en employant différents éthers bromés; je ne m'occuperai dans cette Note que de ceux fournis par l'éther bromacétique.

Les éthers éthoxyacétique et bromacétique réagissent molécule à molécule, en présence d'un atome de zinc, pour engendrer un dérivé zincique complexe que l'eau décompose avec mise en liberté d'un éther β-cétonique, l'*éther γ-éthoxyacétylacétique :*



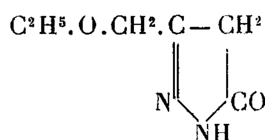
$$C^2H^5O.CH^2.CO^2C^2H^5 + BrCH^2.CO^2C^2H^5 + Zn$$
$$\rightarrow C^2H^5O.CH^2.C(OZnBr)(OC^2H^5).CH^2.CO^2C^2H^5$$
$$\rightarrow C^2H^5O.CH^2.CO.CH^2.CO^2C^2H^5.$$

Cette réaction est donc comparable à celle à laquelle donne lieu l'éther oxalique qui se transforme, dans des conditions analogues, en éther oxalacétique.

L'*éther γ-éthoxyacétylacétique*, après purification par l'intermédiaire de son dérivé cuprique et rectification, est un liquide incolore au moment de sa préparation, mais s'altérant assez rapidement quand on le laisse au contact de l'air. Il bout à 105°-106° sous 11^{mm} et à 116°-117° sous 20^{mm}; sa solution alcoolique se colore en rouge vif quand on l'additionne de perchlorure de fer; il réduit lentement à froid, rapidement à chaud la solution ammoniacale de nitrate d'argent.

Son *dérivé cuprique* $(C^2H^5.O.CH^2.CO.CH - CO^2C^2H^5)^2Cu$ se forme facilement quand on agite l'éther β-cétonique avec une solution aqueuse d'acétate de cuivre; ce sel se dépose par refroidissement de sa solution benzénique bouillante sous forme d'aiguilles vert clair fusibles à 145°-146°; l'eau bouillante le décompose avec production d'oxydule de cuivre.

Chauffé avec une solution alcoolique d'hydrate d'hydrazine, l'éther γ-éthoxyacétylacétique fournit l'*éthoxyméthyl-3-pyrazolone*



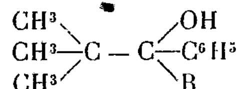
Celle-ci cristallise dans l'eau bouillante en aiguilles fusibles à 148°-149°,5.

L'éther γ-éthoxyacétylacétique est saponifié à froid par la soude en solution aqueuse demi-normale; quand on acidule il y a mise en liberté d'anhydride carbonique et d'éthoxyacétone ordinaire.

Traité par l'éthylate de sodium en solution alcoolique, l'éther γ-éthoxyacétylacétique se transforme en dérivé sodé. Si l'on fait réagir sur ce dernier le chlorure de benzyle, on obtient un mélange des dérivés α-benzylé et αα-dibenzylé. L'*éther α-benzyl-γ-éthoxyacétylacétique* $C^2H^5O.CH^2.CO.CH(CH^2.C^6H^5)CO^2C^2H^5$ bout à 185°-187° sous 14^mm^; il donne une *pyrazolone* fondant à 119°-120° et fournit, quand on le saponifie par la potasse en solution alcoolique normale, l'*éthoxy-1-phényl-4-butanone*.2 $C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.CH^2.OC^2H^5$ bouillant à 157° sous 19^mm^-20^mm^, dont la *semicarbazone* fond à 103°-105°. L'*éther αα-dibenzyl-γ-éthoxyacétylacétique* $C^2H^5O.CH^2.CO.C(CH^2.C^6H^5)^2.CO^2C^2H^5$ est huileux et bout à 243°-247° sous 14^mm^; la potasse en solution alcoolique concentrée le dédouble avec production d'acide dibenzylacétique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du bromure de phénylmagnésium sur la pinacoline et sur la méthylpinacoline.* Note de Mme **Ramart-Lucas**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons montré, dans un précédent Mémoire [1], que le réactif de Grignard réagissait sur la triméthylacétophénone pour donner des alcools tertiaires de la forme



qui, chauffés avec de l'acide formique, ou par simple ébullition à la pression ordinaire, se déshydratent en donnant des carbures. Cette déshydratation qui, dans ces conditions, n'est jamais complète, peut s'obtenir très facilement et intégralement par l'action d'un mélange d'anhydride acétique et de chlorure d'acétyle.

Le mode opératoire est le suivant : on dissout une partie de carbinol dans un mélange de deux parties d'anhydride acétique et de deux parties de chlorure d'acétyle. On chauffe le tout au bain-marie pendant quelques heures et l'on arrête quand on voit le mélange se colorer. On laisse alors reposer quelques jours dans un cristallisoir à la température ordinaire.

Le liquide se sépare en deux couches qui sont souvent précédées par un dépôt huileux d'apparence cristalline.

---

(1) Pauline Lucas, *Comptes rendus*, t. 150, p. 1058.

On traite ensuite par de l'eau, on reprend par l'éther, et la solution éthérée est lavée avec une solution de carbonate de soude, puis à l'eau.

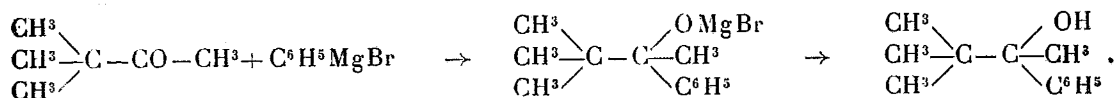
On décante, on sèche sur du sulfate de soude, on chasse l'éther et l'on distille ce résidu à la pression ordinaire ou sous pression réduite suivant le cas.

On obtient ainsi du premier jet un produit parfaitement pur. Cette réaction est très générale et s'applique à tous les carbinols provenant de l'action des organo-magnésiens sur les trialcoylacétophénones.

L'oxydation chromique du 2.2-diméthyl-3-phényl-3-butanol donne, à côté d'anhydride carbonique et de triméthylacétophénone, de l'acétophénone dont la formation est assez difficile à expliquer.

Nous avons complété nos recherches en oxydant l'alcool lui-même et en le préparant, ainsi que le carbure qui en dérive, par un procédé différent. L'oxydation du 2.2-diméthyl-3-phényl-3-butanol, faite en milieu acétique par l'acide chromique, nous a donné les mêmes produits d'oxydation que le carbure, et en particulier de l'acétophénone. Cela nous porte à croire qu'une partie au moins du carbinol s'est d'abord déshydratée avant de subir l'action oxydante de l'acide chromique.

Le 2.2-diméthyl-3-phényl-3-butanol peut encore s'obtenir par l'action du bromure de phénylmagnésium sur la pinacoline, suivant la réaction


$$(CH^3)^3{\equiv}C-CO-CH^3 + C^6H^5MgBr \rightarrow (CH^3)^3{\equiv}C-C(OMgBr)(CH^3)(C^6H^5) \rightarrow (CH^3)^3{\equiv}C-C(OH)(CH^3)(C^6H^5).$$

Cette réaction ne présente pas de particularité. La pinacoline réagit très vivement sur la solution éthérée de bromure de phénylmagnésium. On chauffe 2 heures au bain-marie, puis on décompose le produit de réaction en le versant dans de l'eau glacée. La solution éthérée décantée et convenablement lavée nous a donné, à côté d'un peu de pinacoline non entrée en réaction, un produit passant à 114°-116° sous 13^{mm}, point d'ébullition du carbinol cherché. Les rendements sont environ de 60 pour 100.

Ce liquide, soumis à l'analyse élémentaire, nous a fourni des nombres en carbone de 0,8 à 1 pour 100 trop faibles quelles que soient les modifications que nous avons apportées dans la préparation de cet alcool et quelles que soient les purifications auxquelles nous l'avons soumis.

Nous l'avons déshydraté de la façon habituelle et nous avons obtenu un liquide distillant à 88°-89° sous 12^{mm} point d'ébullition du carbure cherché; mais ici encore, nous avons trouvé à l'analyse des nombres un peu faibles en carbone. L'impureté qui souillait le carbinol a donc passé dans le car-

bure. Ce dernier, soumis à l'oxydation chromique en milieu acétique, a donné de l'anhydride carbonique de l'acétophénone et de la triméthylacétophénone. Ces résultats sont identiques avec ceux obtenus par oxydation du carbinol précédent.

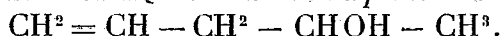
Nous avons traité également la méthylpinacoline [obtenue par méthylation de la pinacoline (1) par l'amidure de sodium et l'iodure de méthyle] par du bromure de phénylmagnésium dans les mêmes conditions que la pinacoline. Nous avons obtenu, à côté de beaucoup de méthylpinacoline non entrée en réaction, le 2.2-diméthyl-3-phényl-3-pentanol, avec des rendements de 20 pour 100. L'analyse cette fois nous a donné de bons nombres ainsi que pour le carbure provenant de sa déshydratation par la méthode ordinaire.

L'oxydation de ce carbure nous a donné uniquement de l'anhydride carbonique et de la triméthylacétophénone sans traces d'acétophénone.

Nous avons aussi essayé l'action du bromure de phénylmagnésium sur la diméthylpinacoline ou pentaméthylacétone et nous avons constaté qu'il n'y avait pas réaction.

De ces résultats nous pouvons conclure à l'identité des produits obtenus par l'action des iodures d'alcoylmagnésium sur la triméthylacétophénone et par l'action du bromure du phénylmagnésium sur les pinacoline et méthylpinacoline. La présence d'acétophénone parmi les produits d'oxydation du dérivé méthylé ne peut s'expliquer qu'en admettant, comme nous l'avons fait, un noyau triméthylénique dans le carbure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude du pentène-1-ol-4* :



$CH^2 = CH - CH^2 - CHOH - CH^3$.

Note de M. H. Pariselle, présentée par M. A. Haller.

Le pentène-1-ol-4 a été préparé par Wagner et Kufschinow (2), en faisant agir le zinc sur un mélange d'iodure d'allyle et d'aldéhyde éthylique; ils n'ont donné aucun renseignement, ni sur le mode opératoire, ni sur les rendements.

Dans le but d'étudier cet alcool, j'ai essayé de le préparer par différentes méthodes.

(1) Haller et Bauer, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 582-589.

(2) Wagner, *Ber. der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXI, p. 3350, et t. XXVII, p. 2434.

1° Étant arrivé à d'assez bons résultats pour le butène-2-ol-4 (¹), par l'action du bromure d'allyle sur un mélange de magnésium et de trioxyméthylène, j'ai essayé d'appliquer un procédé analogue à la préparation du pentène-1-ol-4, en remplaçant le trioxyméthylène par la paraldéhyde. Le rendement de l'opération a été à peu près nul, la plus grande partie de la paraldéhyde étant restée inaltérée.

2° Selon le procédé général indiqué par M. Fournier dans sa Thèse, j'ai fait tomber sur de la tournure de zinc un mélange de bromure d'allyle et d'aldéhyde éthylique. Aucune réaction ne s'est produite, même en chauffant, la température qu'il est nécessaire d'atteindre étant sans doute supérieure à la température d'ébullition de l'aldéhyde.

3° Le procédé suivant m'a donné des résultats moyens :

Préparation du pentène-1-ol-4. — Sur 24^g de magnésium finement tourné et baigné d'éther sec, on fait tomber goutte à goutte 10^g de bromure d'allyle. Quand l'action du bromure s'est ralentie, on ajoute 4^g d'aldéhyde. La réaction est très vive; il faut avoir soin de munir l'appareil d'un réfrigérant très puissant, parcouru par de l'eau à 0°, pour condenser les vapeurs d'aldéhyde et les ramener au sein de la réaction.

On recommence les additions successives des deux corps jusqu'à ce qu'on ait introduit 120^g de bromure d'allyle et environ 50^g d'aldéhyde.

Le bromure versé, on continue à chauffer au bain-marie pendant 4 ou 5 heures. Les produits de la réaction sont jetés dans une assez faible quantité d'eau glacée; on ajoute de l'acide sulfurique pour dissoudre la magnésie et l'on extrait la couche aqueuse à l'éther.

Les deux solutions éthérées sont réunies et séchées sur du carbonate de potassium; le tout est distillé et fractionné de la façon suivante :

1° Tout ce qui passe à la température du bain-marie est un mélange d'éther et de biallyle.

2° On recueille ce qui passe entre 100° et 130°. Cette fraction rectifiée donne un liquide qui bout à 115°-116° : c'est l'alcool cherché.

Le rendement des diverses opérations a varié entre 12 et 20 pour 100.

Le pentène-1-ol-4, qui bout à 115°-116°, est un liquide incolore, peu soluble dans l'eau. Il décolore l'eau de brome ainsi qu'une solution de permanganate. Voici ses constantes physiques :

$d_{20} = 0,840$ (Wagner indique 0,834).

$n_D^{20} = 1,425$

	Trouvé.	Calculé.
R_m	26,17	26,23

(¹) Pariselle, *Comptes rendus*, t. 148, p. 849.

ÉTHER ACÉTIQUE $CH^2 = CH - CH^2 - CH(CO^2CH^3) - CH^3$:

J'ai préparé cet éther avec de bons rendements en chauffant du pentène-1-ol-4 avec un excès d'anhydride acétique.

Point d'ébullition : 132°-135°.

$$d_{20} = 0,899$$
$$n_D^{20} = 1,413$$

	Trouvé.	Calculé.
R_m	35,49	35,61

ÉTHER CHLORHYDRIQUE $CH^2 = CH - CH^2 - CHCl - CH^3$:

Préparation. — Dans un petit ballon maintenu constamment à 0° on place 20g de pentène-1-ol-4 et l'on ajoute par petites portions du pentachlorure de phosphore jusqu'à concurrence de 46g. La réaction terminée, on verse le liquide dans de l'eau froide.

La couche surnageante est décantée, lavée à l'eau alcaline, puis à l'eau, et enfin desséchée sur du chlorure de calcium.

A la distillation ce liquide se sépare en deux fractions : la première, passant de 95° à 110°; la seconde, de 140° à 155°.

La première fraction rectifiée m'a donné un liquide bouillant de 97° à 100° sous la pression atmosphérique : c'est le chlorobutène

$CH^2 = CH - CH^2 - CHCl - CH^3$ (Analyse : Cl 33,69 pour 100).

$$d_{15} = 0,934$$
$$n_D^{15} = 1,417$$

	Trouvé.	Calculé.
R_m	28,12	27,96

DICHLOROPENTANE-2-4 $CH^3 - CHCl - CH^2 - CHCl - CH^3$:

La deuxième fraction rectifiée donne un liquide dont le point d'ébullition est 147°-150° sous la pression atmosphérique. L'analyse (Cl 50,54 pour 100) correspond à la formule brute $C^5H^{10}Cl^2$.

Le dichloropentane provient évidemment de la fixation de l'acide chlorhydrique sur le chlorobutène précédent. Dans la fixation d'un hydracide sur la liaison allylique, l'halogène se fixant sur le carbone secondaire, on a bien le dichloropentane-2-4.

$$d^{18} = 1,063$$
$$n_D^{18} = 1,447$$

	Trouvé.	Calculé.
R_m	35,42	35,38

Je me propose d'étudier l'action de la potasse sur le chlorobutène et le dichlorobutane.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse caustique sur les alcools tertiaires; nouvelle méthode de diagnose des alcools.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Dans des Communications antérieures ([1]) j'ai montré que les alcools primaires, chauffés vers 230° avec de la potasse caustique, donnent toujours naissance aux acides correspondants et que la transformation est intégrale, lorqu'ils renferment au moins sept atomes de carbone dans leur molécule.

Dans les mêmes conditions, les alcools secondaires se comportent autrement. Une petite partie de l'alcool mis en réaction est bien oxydée par la potasse caustique avec formation de deux acides et dégagement d'hydrogène, mais la plus grande partie se transforme en alcools deux et trois fois plus condensés.

Je viens montrer aujourd'hui qu'à 230° les alcools tertiaires sont à peine attaqués par la potasse caustique. Au-dessus de cette température, ils sont lentement oxydés et donnent naissance à des acides par scission de leur molécule.

Les alcools primaires, secondaires et tertiaires se comportent donc différemment sous l'action de la potasse caustique et l'on peut fonder, sur cette différence, une nouvelle méthode de diagnose des alcools de poids moléculaire élevé.

Pour savoir si un alcool donné est primaire, secondaire ou tertiaire, on chauffera pendant 16 heures à 230°, en tube scellé, 3^{cm^3} de cet alcool avec 3^g de potasse caustique préalablement déshydratée par fusion. Le contenu du tube devient ainsi complétement solide. Après son refroidissement, on en brisera la pointe sur la cuve à eau afin de recueillir les gaz formés. Si l'alcool en expérience est primaire ou secondaire, le volume du gaz dégagé sera important. Si l'alcool est tertiaire, il se dégagera à peine quelques centimètres cubes de gaz; souvent le dégagement sera nul, ou même il y aura absorption.

On versera ensuite de l'eau sur le contenu du tube. Si l'alcool est primaire, il aura été totalement transformé en sel de potasse de l'acide correspondant et tout se dissoudra. Si l'alcool est secondaire ou tertiaire, on verra se réunir, à la surface de la solution aqueuse, une couche huileuse occupant à peu près le volume de l'alcool employé.

Mes expériences ont été faites sur l'alcool butylique tertiaire, le diméthyléthylcarbinol, le méthyléthylpropylcarbinol, le méthylpropylisoamylcarbinol.

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1487.

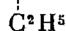
L'*alcool butylique tertiaire* $(CH^3)^3 \equiv COH$ employé fondait à 22°. On a fait une série de dix tubes scellés contenant chacun 10^{cm^3} de cet alcool et 10^g de potasse caustique anhydre et l'on a chauffé 16 heures à 230°-240°. A l'ouverture des tubes, il s'est dégagé un mélange d'hydrogène et d'un carbure éthylénique, dont le bromure répond à la formule $C^4H^8Br^2$ et qui est très probablement le bromure de diméthyléthylène asymétrique. Les 100^g d'alcool butylique tertiaire employés ont donné seulement $0^g,72$ de ce bromure.

Le contenu des tubes a été dissous dans l'eau, puis on a presque neutralisé la solution par l'acide sulfurique et on l'a distillée dans un courant de vapeur d'eau pour entraîner la totalité de l'alcool qu'elle renfermait et qui s'est montré exclusivement formé d'alcool butylique tertiaire. Le résidu de la distillation contenait, à l'état de sels, les acides formés dans l'action de la potasse sur cet alcool. On l'a acidulée par l'acide sulfurique et l'on a entraîné dans un courant de vapeur d'eau la totalité de ces acides. Saturés par la baryte, ils ont donné seulement $0^g,40$ d'un mélange de formiate et d'acétate de baryum. L'alcool butylique tertiaire était donc resté inaltéré presque en entier.

Le *diméthyléthylcarbinol* $(CH^3)^2 = COH - C^2H^5$ employé bouillait à 102°-103°. Traité comme il a été dit pour l'alcool butylique tertiaire, il s'est comporté comme lui.

Avec 200^g de cet alcool, il a été obtenu $2^g,40$ d'un bromure bouillant à 169°-173° en se décomposant, répondant à la formule $C^5H^{10}Br^2$ et qui est très probablement identique au bromure de triméthyléthylène $(CH^3)^2 = CBr - CHBr - CH^3$. On a recueilli, de plus, des acides qui ont donné $2^g,534$ d'un mélange de formiate et de propionate de baryum.

Une expérience, réalisée en chauffant 3^{cm^3} de diméthyléthylcarbinol, pendant 16 heures à 230°, avec 3^g de potasse caustique, a fourni seulement $1^{cm^3},2$ de produits gazeux.

Le *méthyléthypropylcarbinol* $CH^3 - COH - C^3H^7$ employé avait été préparé par

C^2H^5
la méthode de Grignard avec le bromure d'éthylmagnésium et la méthylpropylcétone. Il bouillait à 139°-141°.

On a traité, comme il a été dit plus haut, 50^{cm^3} de cet alcool, renfermé dans cinq tubes scellés. A l'ouverture de ces tubes, on a observé une absorption de l'eau de la cuve. Environ 5^{cm^3} d'eau sont entrés ainsi dans chaque tube. Le produit de la réaction a fourni seulement $0^g,62$ d'un sel de baryte, que l'analyse a caractérisé pour du butyrate de baryum.

Le *méthylpropylisoamylcarbinol* $CH^3 - COH - C^5H^{11}$ employé avait été obtenu

C^3H^7
en faisant réagir la méthylpropylcétone sur le bromure d'isoamylemagnésium.

Cet alcool, inconnu jusqu'ici, est un liquide incolore, d'odeur agréable. Il bout à 192°. Sa densité à 0° est 0,8421.

On a chauffé avec la potasse, comme il a été dit plus haut, 20^g de cet alcool distribués

dans quatre tubes scellés. Après refroidissement des tubes, on a constaté, en les ouvrant, une faible dépression. Les acides formés ont donné 0g,41 de sels de baryte contenant 41,52 pour 100 de leur poids de baryum. Un accident m'a empêché de fractionner ces acides, qui sont vraisemblablement les acides butyrique et isovalérique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés de l'oxyde de phényle.* Note de MM. **A. Mailhe** et **M. Murat**, présentée par M. Ch. Moureu.

Les dérivés nitrés de l'oxyde de phényle sont encore mal connus. La littérature chimique mentionne un dérivé dinitré fondant à 142° (Haüsermann), à 136° (Hoffmeister), obtenu par nitration directe du phényléther, un isomère fondant à 71° (Wilgerodt), et enfin un dérivé tétranitré préparé par action du dinitrophénate de potassium sur la benzine chlorodinitrée [1]. Récemment, Cook [2] a préparé l'oxyde de dinitro-2.4-diphényle par l'action du phénate de potassium sur le bromo-1-dinitro-2.4-benzène. La nitration ultérieure de ce composé l'a conduit au dérivé trinitré.

Nous nous sommes proposé de préparer les différents dérivés nitrés de l'oxyde de phényle par nitration directe de ce composé, et de voir s'il n'était pas possible d'arriver à une formation régulière de ces corps.

Lorsqu'on introduit peu à peu l'oxyde de phényle cristallisé dans l'acide azotique fumant refroidi, on observe une violente réaction; l'oxyde se dissout instantanément, et l'on obtient finalement un liquide noir. Versé dans l'eau, le mélange donne un précipité visqueux. Après plusieurs lavages à l'eau, suivis d'un dernier à l'eau ammoniacale, la masse est traitée par l'éther; elle se change en un produit jaune, que l'on sépare par filtration de la liqueur éthérée. Ce produit n'a pas un point de fusion défini. Nous avons pensé qu'il était constitué par un mélange de dérivés nitrés, et nous l'avons soumis à une séparation méthodique par l'alcool et le tétrachlorure de carbone. L'alcool bouillant en dissout une partie. Les cristaux obtenus, soumis à une série de cristallisations fractionnées, se séparent en deux parties : l'une fond à 95°, c'est le *dérivé tétranitré* $C^6H^3(NO^2)^2.O.C^6H^3(NO^2)^2$. D'après ce que nous connaissons des analogies, les deux résidus nitrés ont pris dans chaque noyau les positions 4.2, par rapport à l'oxygène placé en 1. La seconde partie, plus soluble dans l'alcool, fond à 108°-110°; c'est le *dérivé trinitré* $C^6H^4NO^2.O.C^6H^3(NO^2)^2$.

Ces deux composés se présentent en aiguilles jaunes, fondant nettement sans décomposition.

Le résidu brut provenant d'un premier traitement à l'alcool bouillant est épuisé par une nouvelle dose d'alcool. On en retire un *dérivé pentanitré*, fondant à 86°-88°.

---

[1] Wilgerodt, *Deutsch. chem. Gesell.*, 1879, p. 763.

[2] Cook, *Am. chem. Soc.*, t. XXXII, 1910, p. 1285.

La poudre insoluble dans l'alcool est alors traitée par le tétrachlorure de carbone chaud. Ce solvant enlève une poudre cristalline fondant mal entre 110° et 120°. Elle paraît être un mélange de dérivés nitrés.

En traitant enfin le résidu par l'éther, on en sépare deux produits: l'un, le moins soluble, fondant à 138°-139°, constitue le *dérivé dinitré* dipara $C^6H^4NO^2.O.C^6H^4NO^2$; l'autre, très soluble, fond à 67°; c'est l'*oxyde de phényle hexanitré* en 2.4.6 dans chaque noyau.

On trouve une dose importante de ce composé dans la solution éthérée provenant du traitement par l'éther de la masse visqueuse brute de la nitration.

On voit que l'action de l'acide azotique fumant ne fournit pas de dérivés nitrés supérieurs au sixième terme. Mais, lorsqu'on traite une portion de la poudre brute résultant de l'action de l'acide nitrique par le mélange sulfonitrique, on atteint le *dérivé octonitré*, fondant à 195°.

L'*oxyde de phényle mononitré* $C^6H^5O.C^6H^4NO^2$ n'ayant pas été rencontré dans les produits de la nitration directe par l'acide azotique fumant, nous avons essayé de le préparer par nitration en milieu acétique. Effectivement, on obtient vers 50° un composé cristallisé en beaux prismes clinorhombiques, fondant à 56°. C'est le dérivé mononitré; d'après toutes les analogies, le groupe nitré a dû se placer en para par rapport à l'oxygène. Il est aisément réduit par le fer et l'acide acétique, en donnant la *phényloxy-aniline*, $C^6H^5O.C^6H^4NH^2$, cristaux fondant à 82°. Cette amine fournit par le chlorure de chaux une coloration rouge très intense et persistante. Nous poursuivrons son étude et celle de ses dérivés.

Après séparation des cristaux d'oxyde de phényle mononitré para, il reste un liquide qui est constitué par le dérivé mononitré ortho. Il bout à 185° sous 55^{mm}.

On voit qu'il est possible d'obtenir, par action directe de l'acide azotique, les différents dérivés nitrés de l'oxyde de phényle. Sauf le dinitré qui avait été bien défini, les autres dérivés que nous avons isolés étaient inconnus. Tous ces composés sont facilement réduits en dérivés aminés, dont nous poursuivons l'étude.

BOTANIQUE. — *Sur l'*Achromatium oxaliferum *Schew.* Note [1] de M. **J. Virieux**, présentée par M. L. Mangin.

Au cours de mes recherches sur les lacs du Jura, j'ai rencontré, dans les

[1] Présentée dans la séance du 4 mars 1912.

vases du fond (5^m-15^m) de très nombreux exemplaires de l'*Achromatium oxaliferum* décrit, en 1893, par Schewiakoff([1]). J'en poursuivais l'étude, quand j'ai reçu de MM. West et Griffiths ([2]) une Note sur le même organisme qu'ils ont cru devoir appeler *Hillousia mirabilis;* au même titre que *Modderula Hartwigi* de Frenzel ([3]), ce nom doit être rejeté dans la synonymie. Comme mes résultats diffèrent de ceux obtenus jusqu'ici, je les signalerai brièvement.

I. *Cytologie*. — Les cellules, rapidement collées à l'albumine, ont été immédiatement fixées par les réactifs (Flemming, Hermann, Merkel, Tellyesnicky, picroformol, sublimé acétique, etc.). Le *protoplasma*, facilement teint par les colorants ordinaires, montre un réseau de larges alvéoles englobant de volumineuses inclusions qui le masquent totalement sur le vivant.

La question du *noyau* est plus délicate : West et Griffiths prétendent que la chromatine manque totalement; Schewiakoff y décrit un *corps central* à mailles plus larges que dans la couche périphérique : pas plus que West, je n'ai pu faire cette distinction, inspirée sans doute par les idées de Bütschli. Il interprète ensuite les corpuscules réfringents fixés sur les mailles plasmiques comme de la chromatine ou, au moins, comme des *corps rouges* de Bütschli. En réalité, ces inclusions sont rebelles à toute coloration, non seulement par les réactifs nucléaires, mais encore par des substances très peu électives : fuchsine, violet de méthyle, etc. Ce ne sont pas davantage des corpuscules métachromatiques : ils sont insolubles dans l'acide acétique dilué et ne fixent pas le bleu Unna.

Par contre, avec les techniques nucléaires délicates, on peut mettre en évidence de très petits grains chromatiques alignés sur le plasma et fort nets sur des préparations à l'hématoxyline ferrique. Sur des cellules non soumises aux déshydratants on peut voir, côte à côte, les corpuscules réfringents restés incolores et les grains de chromatine intensément colorés, par exemple, au bleu Unna.

On a donc là un exemple de noyau diffus, de *chromidium*, tel qu'on en a signalé chez plusieurs Protistes et là, cet appareil nucléaire s'étend dans

([1]) W. SCHEWIAKOFF, *Ueber einen neuen bakterienähnlichen Organismus des Süsswassers*, Heidelberg, 1893.

([2]) G.-S. WEST et GRIFFITHS, *Hillousia mirabilis, a Giant Sulphur Bacterium* (*Proc. Roy. Soc., B.*, t. LXXXI, 1909).

([3]) J. FRENZEL, *Biol. Centralbl.*, t. XVII, 1897, p. 801.

toute la cellule, même à la périphérie. Chez *Thiophysa*, organisme très voisin de l'*Achromatium*, Hinze (¹) a décrit une disposition analogue.

II. *Inclusions*. — Elles sont de deux sortes : des corps réfringents, plus ou moins sphériques, inclus dans les mailles du plasma (*globules*), et d'autres, plus petits, de nature différente, fixés sur les travées mêmes du reticulum (*corpuscules*).

a. Globules. — Schewiakoff en a fait une étude fort soignée que nous avons reprise et quelque peu précisée. Ils contiennent du *calcium* et peuvent produire l'*acide oxalique;* après la mort, ils diffusent à travers la membrane

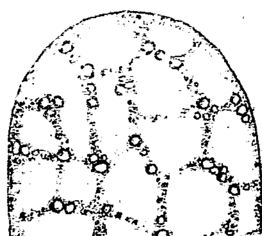


Fig. 1. — Portion de cellule non déshydratée (picroformol, bleu Unna) montrant les corpuscules réfringents avec les grains de chromatine.

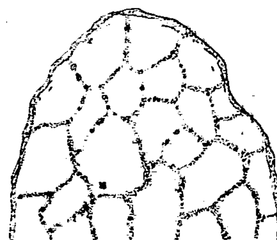


Fig. 2. — Réseau plasmique ne montrant plus que les grains de chromatine (sublimé, hématoxyline ferrique, orangé, baume).

et forment, à l'extérieur, dans l'eau distillée, de gros cristaux d'oxalate de chaux; ce sel n'existe pas tel quel dans la cellule. Il n'y a pas non plus d'acide oxalique libre, car le rouge Congo n'est pas bleui; de plus, l'addition d'un sel de calcium (NO^3Ca, $CaCl^2$) n'insolubilise pas le contenu dans l'acide acétique.

Ces faits, joints aux autres réactions observées, nous permettent de dire, sans préciser davantage, qu'il s'agit d'un composé calcique, soit de l'acide oxalique demi-éthérifié (Schewiakoff), soit d'un corps capable de produire cet acide, *post mortem*. En tout cas, il est impossible de considérer, avec West et Griffiths, les globules comme constitués par du soufre.

b. Les *corpuscules*, bien distincts des *globules*, par leur insolubilité dans l'acide acétique dilué, sont aussi de composition incertaine. Bien que

(¹) G. Hinze, *Berichte*, t. XXI, 1903, p. 309.

jusqu'ici on les ait considérés soit comme de la chromatine, soit comme un nucléo-protéide quelconque (West), ils sont très probablement constitués par du soufre. Outre une analogie frappante avec les gouttelettes des *Beggiatoa*, ils présentent quelques réactions caractéristiques : entre autres leur solubilité dans l'acide acétique pur (cf. Gasperini, Corsini), et une résistance exceptionnelle aux acides minéraux, même concentrés. Les solvants du soufre : CS^2, carbures divers, alcalis, etc., agissent très inégalement et, par suite, en s'en tenant aux réactions microchimiques, on ne peut se prononcer rigoureusement.

Une expérience appuie cependant cette façon de voir : des *Achromatium* cultivés dans l'eau de lac, additionnée chaque jour de quelques gouttes d'une solution aqueuse de H^2S, se sont montrés, après une quinzaine de jours, encore bien vivants et mobiles : les globules avaient disparu et, par contre, les corpuscules s'étaient multipliés au point de rendre les cellules complètement noires. Inversement, abandonnés dans l'eau pure, les *Achromatium* perdent leurs globules et, en 2-3 jours, leurs corpuscules. Ce fait a une grande importance, car Winogradsky et tous les auteurs qui se sont occupés de sulfuraires ont également obtenu cette vérification biologique.

Par suite on pourrait rapprocher cet être si curieux, des Thiobactériacées dont certains types (*Chromatium*, *Thiophysa*) ne sont pas très éloignés. Sa biologie, au milieu des débris cellulosiques et des fermentations variées, dans la vase des lacs et des tourbières ([1]), est remarquable.

PHYSIOLOGIE. — *De l'anesthésie générale par voie rectale à l'aide de mélanges titrés d'air et de chloroforme ou de vapeurs de chlorure d'éthyle.* Note de MM. **Victor Dupont** et **Jean Gautrelet**, présentée par M. Yves Delage.

La pensée de substituer la voie rectale à la voie pulmonaire pour l'absorption des anesthésiques n'est pas nouvelle. Roux l'émettait dès 1847, mais jusqu'à ce jour, l'éther surtout fut utilisé (Vidal, Villard, etc.). Nous ne citerons que pour mémoire le nom de Dubois qui injecta dans le rectum une solution huileuse de chloroforme.

Nos expériences ont porté sur des mélanges titrés d'air et de chloroforme.

([1]) Cf. Lauterborn, *R. Biol. Centr.*, t. XVIII, 1898, p. 91. — A. Scherffel, *Növenr. Közlemén*, t. III, 1904, p. 116.

Dans un gazomètre à eau, nous faisions pénétrer, après barbotage dans un flacon renfermant 35^g de chloroforme légèrement chauffé, 35^l d'air, lesquels entraînaient les vapeurs de chloroforme. Le mélange gazeux ainsi défini était introduit dans le rectum d'un lapin [1] à l'aide d'une canule à double courant enfoncée profondément (5^{cm} environ). A leur sortie de la canule les gaz ne pouvaient s'échapper qu'après avoir traversé à l'aide d'un tube plongeant de $2^{cm},5$ un vase renfermant du mercure.

Le protocole suivant rend compte des détails de l'expérience :

Expérience 6. — 11 janvier 1912, lapin de $1^{kg},900$.
$10^h 34^m$. Début du passage du courant gazeux.
$10^h 35^m$. Distension de l'abdomen.
$10^h 38^m$. La tête fléchit.
$10^h 39^m$. Résolution complète de l'animal.
$10^h 40^m$. Oreilles et narines insensibles.
Réflexe cornéen peu accusé. Le lapin dort profondément.
$10^h 43^m$. Quelques cris durant une minute.
$10^h 47^m$. Réflexe cornéen aboli.
11^h. L'animal dort toujours profondément.

L'anesthésie est ainsi maintenue durant le passage des 35^l d'air jusqu'à $11^h 10^m$: l'animal ne tarde pas alors à se réveiller. On n'observe pas de diarrhée les jours suivants. A noter que le cœur dont on a pris un tracé s'est maintenu excellent durant l'expérience.

Sous une pression de $2^{cm},5$ de mercure (chiffre minimum exigé comme nous l'avons vérifié) un mélange gazeux renfermant 35^g de chloroforme pour 35^l d'air (à 100 pour 100 d'après la notation de Paul Bert) était donc susceptible d'amener *per anum* la résolution en moins de 5 minutes et l'anesthésie complète en 10 minutes environ. C'est ce que nous avons observé dans nos expériences au nombre de neuf.

Pas de phase d'agitation prémonitoire, pas de syncope primitive à craindre, tels sont les résultats intéressants (chez le lapin tout particulièrement dont on connaît la susceptibilité au chloroforme); mais, par contre, la distension de l'abdomen nous semble un facteur au moins gênant pour pratiquer une laparotomie; aussi faisons-nous toutes réserves sur l'utilisation chirurgicale du procédé.

---

(1) L'anesthésie *per anum* ne peut être obtenue chez le chien adulte. Morel qui l'a tentée à l'aide de l'éther attribue l'insuccès à la résistance considérable qu'offrent à la diffusion des vapeurs les tuniques musculaires de l'intestin et particulièrement la contraction de la valvule iléo-cæcale; une surface d'absorption suffisante s'impose : nous l'avons nous-même constaté.

Dans une autre série d'expériences nous avons fait passer dans l'intestin du lapin, à l'aide d'une canule à double courant, des vapeurs (non mélangées d'air) de chlorure d'éthyle sous une pression de $2^{cm},5$ de mercure. Nous avons observé, comme précédemment, qu'à la distension de l'abdomen succédait rapidement la résolution de l'animal; mais l'anesthésie obtenue fut en général moins parfaite qu'avec le chloroforme.

ZOOLOGIE. — *Sur la dentition des Diables de mer et particulièrement de* Mobula Olfersi *Müller*. Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Ed. Perrier.

Les Diables de mer ou Raies cornues sont des Poissons bizarres et peu connus qui doivent leur nom à la présence, de chaque côté de la tête, de deux prolongements ou cornes formés par une expansion antérieure des nageoires pectorales. Ces animaux sont fort rares dans les collections d'histoire naturelle, bien qu'on les rencontre dans les principales mers tropicales du globe. Quelques-uns d'entre eux atteignent des dimensions colossales, jusqu'à 8^{m} et plus d'envergure.

Ils forment, dans le groupe des Batoïdes, une petite famille dans laquelle on distingue deux genres : *Mobula* Rafinesque et *Manta* Bancroft. Le nombre des espèces n'est pas bien considérable et ne semble pas dépasser une dizaine environ, bien qu'un chiffre beaucoup plus élevé de ces Poissons ait été décrit.

Le principal caractère sur lequel on s'est basé pour établir les distinctions génériques et spécifiques est la dentition [1].

Certains matériaux arrivés récemment au Muséum de Paris, joints à ceux faisant partie de la belle collection de Raies cornues possédée par cet établissement, m'ont permis de faire quelques constatations nouvelles touchant la variabilité de la forme des dents dans l'étendue d'une même espèce, le *Mobula Olfersi* Müller [2], forme carac-

---

(1) C'est ainsi que le genre *Mobula* ou Céphaloptère est caractérisé par sa bouche inférieure et par la présence de dents aux deux mâchoires. Dans le genre *Manta* ou Cératoptère la bouche est terminale et les dents manquent à la mâchoire supérieure ainsi que j'ai pu le vérifier sur deux magnifiques spécimens possédés par le Muséum, l'un un *Manta birostris* Bancroft du golfe de Californie mesurant, naturalisé, $3^{m},65$ d'envergure, l'autre, un *Manta Ehrenbergi* Müller et Henle, de la côte des Somalis, de 3^{m} de largeur.

(2) *Abhandl. Ak. Wiss.*, Berlin, 1834, p. 311.

térisée principalement par ce fait que les dents aux deux mâchoires n'occupent pas la totalité, mais seulement la partie médiane du cartilage dentaire.

Le premier exemplaire étudié est un *mâle* mesurant 107^{cm} d'envergure de l'extrémité d'une pectorale à l'autre et adressé au Muséum il y a quelques mois par M. Russell J. Coles, qui l'avait pêché aux environs du cap Lookout (Caroline du Nord). Chez cet individu, les *dents*, qui n'occupent guère que la moitié des cartilages dentaires sont toutes *terminées en arrière par une ou plusieurs pointes grêles, aiguës*. Dans la région centrale de la mâchoire supérieure, où elles présentent la forme la plus typique, leur couronne est triangulaire, avec un sillon antérieur médian et une seule pointe postérieure. Sur les côtés il y a souvent 2 pointes postérieures aiguës, parfois 3 ou 4 (par accolement latéral de deux dents). Il en est de même à la mâchoire inférieure, où le nombre de 2 ou 3 pointes est le plus fréquent.

Le second spécimen est une *femelle* de 118^{cm} d'envergure, prise en même temps, adressée par le même donateur et incontestablement de la même espèce. Cependant, chez elle *la forme des dents est totalement différente*, bien qu'elles occupent une place analogue sur les cartilages. Leur couronne aplatie est grossièrement triangulaire ou pentagonale, mais à angles mousses, arrondis, surtout le postérieur; assez souvent deux dents se sont accolées, ce qui leur donne une forme hexagonale avec parfois une légère échancrure en arrière.

La dentition de ce second individu se rapproche beaucoup de celle d'un co-type de *Mobula Olfersi* Müller, possédé par le Muséum, provenant du Brésil et rapporté par Delalande en 1816, bien que chez cet exemplaire les dents à couronne hexagonale soient beaucoup plus rares. Or, ce spécimen est aussi une *femelle*.

Quant au premier spécimen, sa dentition est tout à fait comparable à celle du type du *Cephaloptera Rochebrunei* Vaillant, espèce décrite en 1879 [1] sur un unique individu *mâle* de la côte du Sénégal, mesurant 109^{cm} d'envergure et que sa dentition distinguait alors de tous ses congénères.

La conclusion qui s'impose de cet examen, c'est que, étant donnée la communauté des autres caractères, tous ces individus appartiennent à une seule et même espèce habitant l'Atlantique tropical du Brésil aux États-Unis et au Sénégal, le *Mobula Olfersi* Müller [2].

Chez ces animaux, la forme des dents est très différente dans les deux sexes, la présence de pointes aiguës postérieures étant spéciale aux mâles. De plus, l'accolement et la fusion latérale de deux dents peuvent amener des changements de forme assez notables sur le même individu.

Ces faits doivent être rapprochés de ceux analogues déjà signalés parfois chez les Raies proprement dites. Ils permettront sans doute dans la

---

(1) *Bull. Soc. philomathique*, Paris, 1879, p. 171.

(2) Cette espèce est probablement la même que le *Cephalopterus hypostomus* Bancroft, de la Jamaïque, décrit antérieurement (1830), mais d'une façon tout à fait incomplète.

suite de réduire dans une certaine mesure les espèces jusqu'ici admises du genre *Mobula*.

En outre, leur portée dépasse les formes actuellement vivantes et peut trouver son application en Paléontologie. On voit ainsi nettement combien sont fragiles, chez les Elasmobranches, les coupes spécifiques et, *a fortiori*, génériques basées exclusivement sur la forme de la dentition.

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie et le développement de* Belgica antarctica *Jacobs, Chironomide antarctique à ailes réduites.* Note (¹) de M. **D. Keilin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le matériel de Diptères antarctiques que je possède a été recueilli par M. Gain, au cours de l'expédition du *Pourquoi-Pas*, entre 64° et 65°27′ de latitude Sud.

Il est constitué par des adultes de *Belgica antarctica* Jacobs, espèce regardée par Rübsaamen (²) et par Roubaud (³) comme appartenant plutôt aux Sciarides et par des nombreuses larves de Chironomides.

Le seul fait que cette larve a été exclusivement rencontrée à côté de *B. antarctica* au cours de trois expéditions successives, et en nombre considérable durant la dernière (2000 adultes environ sur 3500 à 4000 larves), peut suggérer l'idée qu'elle appartient à *B. antarctica*. Telle est d'ailleurs l'opinion exprimée par M. Gain dans la Note qui accompagne le matériel.

J'ai pu en outre constater des faits précis : chez quelques exemplaires, trois stades successifs étaient emboîtés : la nymphe dans la peau larvaire dont elle n'a pu se débarrasser, tout au moins d'une façon complète, renfermait l'insecte parfait prêt à éclore (*fig.* I). J'ai trouvé aussi quelques nymphes, identiques à la précédente, mais libres et renfermant l'imago à différentes phases de sa différenciation; enfin un mâle de *B. antarctica* en train d'éclore, déjà presque libre, ayant l'extrémité postérieure de l'abdomen et les extrémités des pattes engagées dans la peau nymphale. Ces faits m'ont permis de raccorder, stade par stade, la larve de Chironomide à l'insecte parfait *B. antarctica*.

D'autre part, la dissection et les coupes des imagos montrent que les organes génitaux des femelles appartiennent au type Chironomide ; comme ces derniers, ils

(¹) Présentée dans la séance du 4 mars 1912.

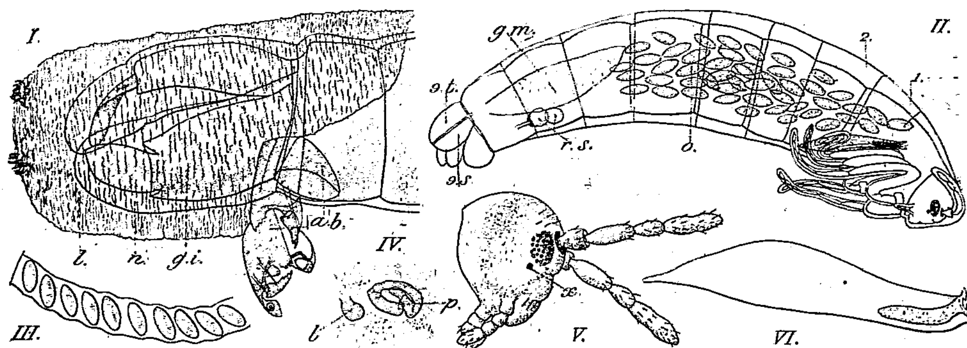
(²) *Résultats du voyage du S. Y. Belgica*, 1897-1899.

(³) *Expédition antarctique française*, 1903-1905.

possèdent une énorme glande à mucus (*g.m.*, *fig.* II) qui donne aux pontes des Chironomides leur aspect si particulier. La ponte de *B. antarctica* trouvée par M. Gain a une ressemblance frappante avec celle des Chironomes (*fig.* III).

Enfin Rübsaamen lui-même constate une différence entre *B. antarctica* et les Sciarides, en ce que les cerques de la femelle possèdent un seul article au lieu de deux chez les Sciarides.

Tout cela me permet de conclure que *Belgica antarctica* est un Chironomide. En examinant la tête de *B. antarctica* adulte j'ai trouvé en bas et au voisinage immédiat de chaque gros œil composé, un œil accessoire très pigmenté, un peu irrégulier et ressemblant beaucoup à un œil larvaire



I × 65. Partie postérieure de l'abdomen mâle : *gi*, enfermée dans la peau nymphale : *n* et dans la peau larvaire : *l*; tête larvaire : *ab*. — II × 22. Nymphe femelle, glande à mucus : *gm*; ovaire : *o*; 9e tergite : 9*t*; 9e sternite : 9*s*; réceptacle séminale : *rs*; 1er et 2e segments abdominaux : 1, 2. — III × 21. Fragment de la ponte. — IV × 200. Disque imaginale de la patte droite : *p*; de l'aile droite : *l*. — V × 65. Tête de l'imago vue de profil, œil accessoire : *x*. — VI × 65. L'aile imaginale renfermée dans l'aile nymphale.

(*fig.* V, *x*). Je ne connais aucun Chironomide ayant une paire d'yeux analogues, et il m'a paru surprenant que les auteurs qui ont étudié cet insecte ne l'aient pas remarqué. Chez les individus très jeunes, encore enfermés dans la peau nymphale, au moment où le corps est à peine pigmenté et l'œil composé peu visible, cet œil accessoire tranche nettement par son pigment brun noirâtre très abondant sur la tête jaune d'or de l'animal.

La *larve*, contrairement à l'opinion de M. Rübsaamen, présente sur tout le corps un certain nombre d'organes sensoriels piliformes, et sur le thorax l'organe pleural (*d*)[1] en forme d'un bouquet de trois poils qui est en rapport avec les disques imaginaux des pattes. Au moment où les disques imaginaux des pattes et des organes génitaux sont bien développés, ceux des ailes

(*fig.* IV) et surtout des balanciers sont encore très petits; ceux des cornes prothoraciques de la nymphe n'existent pas ([1]).

La *nymphe* de *B. antarctica* n'a encore jamais été vue. On peut facilement distinguer le sexe, grâce à l'extrémité postérieure de l'abdomen qui est un moulage grossier de l'armature génitale mâle ou femelle. La nymphe ne présente sur son prothorax ni cornes ni branchies trachéennes. Les neuvièmes sternite et tergite de la femelle sont séparés par un sillon complet (9*t*, 9*s*, *fig.* II). Les ailes de la nymphe sont plus petites que celles des autres Chironomides, elles sont surtout rétrécies et ne présentent pas de traces de nervures.

Réduction des ailes. — La réduction de l'aile imaginale ne résulte pas de la réduction des disques imaginaux alaires chez la larve. C'est au moment de la métamorphose que se produit le véritable processus de réduction. L'aile imaginale, au lieu de proliférer à l'intérieur du sac chitineux constituant l'aile nymphale, se réduit au contraire, probablement par résorption, de telle sorte qu'elle devient beaucoup plus petite que celle de la nymphe (*fig.* II et VI).

Les muscles alaires qui comblent, chez tous les insectes ailés, la cavité du thorax, sont aussi extrêmement réduits.

Enfin, dans le matériel que j'ai sous les yeux, j'ai trouvé quelques *B. antarctica* femelles très jeunes, encore enfermées dans la peau de la nymphe et qui présentent déjà l'ovaire très développé comblant l'abdomen et arrivant même dans la cavité thoracique. Ceci paraît aller à l'encontre de la façon dont Enderlein a expliqué l'aptérisme des insectes, en étudiant les Diptères de Kerguelen ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 977.

([2]) *Wissenchaftliche Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition Valdivia*, 1898-1899. *Deutsche Süd-Polar Expedition*, 1901-1903 (1909).

A titre de document, je signale que les larves de *B. antarctica* renferment dans leur tube digestif une grégarine que je crois pouvoir rapporter au genre *Stylocystis*, décrit par M. Léger chez les larves de *Tanypus*.

BIOLOGIE. — *Le polymorphisme des mâles chez certains Phyllopodes conchostracés.* Note (¹) de M. E. **Daday de Dées**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

En préparant la monographie systématique des Phyllopodes conchostracés j'ai eu l'occasion de passer en revue les collections correspondantes de Musées d'Histoire naturelle de Paris, de Berlin et de Saint-Pétersbourg, et d'y observer deux sortes d'aberrations qui me paraissent dignes d'intérêt.

L'une de ces aberrations fut constatée dans les *Lynceus brachyurus* O. Fr. M. des collections de Berlin et de Saint-Pétersbourg, l'autre chez une forme nouvelle *Lynceiopsis Perrieri*, n. g., n. sp., du Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

1° *Aberration du* Lynceus brachyurus : *gynékomorphisme.* — On sait que, dans les femelles normales du *Lynceus brachyurus* O. Fr. M., le rostre céphalique, vu par devant, présente une longue saillie cunéiforme médiane et deux courtes saillies pointues. Le rostre de la tête du mâle typique, par contre, est coupé presque droitement et forme quelquefois seulement au milieu une petite colline. D'autre part, le bord frontal de la tête de la femelle, vu de côté, se recourbe en demi-cercle régulier et passe par degrés insensibles au rostre, tandis que, chez le mâle, le bord frontal de la tête est très arqué et s'incline fortement jusqu'au rostre.

Or voici ce que j'ai observé dans la collection du Musée d'Histoire naturelle de Berlin, sur des exemplaires provenant du Plötzen-See.

Les femelles (pour ce qui concerne la structure de la tête et du rostre, comme aussi tous les rapports organiques) ressemblent parfaitement aux femelles typiques du *Lynceus brachyurus* O. Fr. M., mais il n'en va pas de même pour les mâles. Vue par devant et de côté, la tête de ces derniers ressemble parfaitement à celle des femelles et, par conséquent, au premier abord, je me crus en présence d'une nouvelle espèce que j'appelai *Lynceus acutirostris* n. sp., en raison de la structure du rostre chez le mâle. Mais je dus changer d'avis après avoir examiné la collection du Musée d'Histoire naturelle de Saint-Pétersbourg : dans cette collection, parmi les mâles provenant des environs de Berezov (gouvernement de Tobolsk), non seulement j'ai observé des exemplaires ressemblant aux mâles du lac de Plötzen, c'est-à-dire aux femelles de *Lynceus brachyurus*, mais il y en avait aussi qui étaient de tous points semblables aux mâles typiques de cette espèce. Il était donc clair que les mâles dont le rostre est

(¹) Présentée dans la séance du 4 mars 1912.

semblable à celui des femelles ne représentent pas une espèce spéciale, mais tout bonnement une aberration du *Lynceus brachyurus* O. Fr. M. Je donne à cette aberration le nom de *Lynceus brachyurus* O. Fr. M. aberr. *isorhyncus*, en appelant le phénomène *gynékomorphisme*.

2° *Aberration du* Lynceiopsis: *androdimorphisme*. — La *Lynceiopsis Perrieri* n. sp. appartient au Muséum d'Histoire naturelle de Paris et fut recueillie par M. R. Chudeau près de Simbidissi (moyen Niger), le 10 juin 1909.

Le trait le plus caractéristique de ce nouveau genre, c'est que non seulement les premières pattes du mâle sont préhensiles, mais aussi l'*une* des pattes de la deuxième paire. Ce qui caractérise l'espèce, c'est non seulement la structure spéciale de la deuxième patte préhensile, mais encore, fait curieux, la position changeante de cette patte. En effet, dans un groupe de mâles, la deuxième patte modifiée se trouve à droite, comme aussi la première patte à griffe large; dans l'autre groupe, au contraire, les mêmes phénomènes s'observent à gauche. Je désire appeler *Lynceiopsis Perrieri* Dad. aberr. *dextrorsa* Dad. les mâles dont la deuxième patte préhensile et la première patte à griffe large se trouvent à droite, et *Lynceiopsis Perrieri* Dad. aberr. *sinistra* Dad. ceux où la deuxième patte devenue préhensile et la première patte à griffe large se trouvent du côté gauche.

Ces deux aberrations de la *Lynceiopsis Perrieri* Dad. nous offrent des cas de polymorphisme où la même espèce présente deux sortes de mâles qui diffèrent les uns des autres par des traits sexuels secondaires caractéristiques. J'appelle ce cas *androdimorphisme* et, pour le distinguer d'autres phénomènes plus simples (*Tanais*), je lui donne le nom de *andropleurodimorphisme*. Je crois qu'on peut expliquer cette aberration par la manière dont se segmente l'œuf et pouvoir comparer ce phénomène à la ligne spirale tournant à droite ou à gauche présentée par les Gastéropodes.

ZOOLOGIE. — *Migration marine de l'anguille commune.* Note de M. A. Cligny, présentée par M. Yves Delage.

A la fin de décembre 1892, un chalutier anglais capturait une anguille dans la Manche, à 12 milles au sud du phare d'Eddystone et à 20 milles de la terre ferme la plus voisine. C'est le seul exemple connu jusqu'ici d'une anguille prise au large, si l'on excepte les captures célèbres faites dans le détroit de Messine. On sait pourtant que, à la fin de chaque automne, des milliers de grandes anguilles quittent les fleuves de l'Europe occidentale et

septentrionale pour gagner les lieux de pontes, et l'on sait également que ceux-ci se trouvent exclusivement dans l'Atlantique, sur la ligne des fonds de 1000^m. Les premières étapes de cette migration et le commencement de métamorphose qui les accompagne ont été suivis attentivement dans les eaux saumâtres de la Baltique, où les anguilles cheminent le long du littoral avec des habitudes très analogues à celles qu'elles présentent en rivière. Mais, passés les détroits danois, leur trace était complètement perdue; si l'on avait lieu de croire qu'elles traversent la mer du Nord et la Manche, loin sans doute à mi-hauteur des eaux, on pouvait aussi se demander, avec Holt, si ces anguilles réussissent bien à accomplir le long trajet qui sépare le Danemark des eaux profondes de l'Atlantique.

Or, entre la fin de novembre 1911 et les premiers jours de janvier 1912, les chalutiers boulonnais ont capturé successivement et isolément une douzaine d'anguilles dans la Manche occidentale, à 20 ou 25 milles des côtes de Cornouailles, par 80^m à 100^m de fond. L'un de ces spécimens est venu entre nos mains.

C'est une anguille femelle qui mesure 91^{cm} de long, 44^{mm} de hauteur, et qui pèse 720^g : elle est en excellente condition, très vigoureuse, et parfaitement capable de parcourir les 300 milles qui la séparaient encore des lieux de ponte : 20 jours de route à la vitesse moyenne mesurée dans les observations suédoises et finlandaises. Elle ne possède plus trace de pigment jaune, et par là correspond aux anguilles argentées de Petersen, mais elle n'a pas le lustre métallique ni le dépôt de guanine qui argente le ventre dans la transformation classique. Son dos et sa dorsale sont noirs : les flancs et le ventre sont d'un gris foncé, les écailles y dessinant des hachures sur le fond blanc de la peau. Le squelette de la tête ne nous a pas semblé ramolli, et la dentition est demeurée intacte. Le dessus de la tête est nettement convexe, surtout en arrière des yeux; ceux-ci sont grands et ovales, mais non hypertrophiés: ils mesurent 10^{mm} de long sur 8^{mm} de haut, ce qui est peu pour un individu aussi gros, surtout en comparaison des dimensions relevées par Grassi et Calendruccio ou par Johs. Schmidt. A cela près, ces yeux ont bien l'orientation latérale signalée par Petersen.

Les ovaires, encore très éloignés de la complète maturité, sont plus développés que tous ceux que l'on a décrits jusqu'ici. Ils s'étendent du bord postérieur du foie jusqu'à un point situé très en arrière de l'anus, mesurant 16^{cm} de long dans la région abdominale et 8^{cm} ou 9^{cm} au moins dans la région caudale. Dans l'abdomen, ils ont l'aspect d'épais rubans fraisés symétriques, qui mesurent 16^{mm} de large et 4^{mm} ou 5^{mm} d'épaisseur; leur couleur est d'un blanc crème légèrement rosé; les lobes qui se séparent facilement entre eux sont sillonnés de fins vaisseaux sanguins. Au delà de l'anus, les ovaires sont moins développés et forment deux cordons non lobés, à section ovale, qui s'atténuent vers l'arrière.

Nous n'avons découvert aucune connexion entre ces ovaires et les orifices postanaux; sans doute, les ovules, parvenus à leur maturité, tombent simplement dans la cavité abdominale, comme on le supposait déjà par analogie.

Les ovaires sont composés d'une faible proportion de stroma et d'une masse d'ovules sphériques tous égaux qui mesurent $0^{mm},22$ de diamètre. Ces ovules ont une membrane très ferme, assez mince et anhiste. Ils présentent un espace périvitellin appréciable, dû sans doute à l'action du formol, et qui s'exagère sous l'influence de divers réactifs. Le vitellus est presque opaque, fragmentaire et bourré d'inclusions. Nous n'avons pu y découvrir aucune goutte d'huile, bien que les cellules du stroma soient riches en matières grasses. Ce fait tend à corroborer l'attribution faite par Raffaele de son œuf n° 10 à l'anguille commune, attribution déjà confirmée sous réserve par Grassi et Calandruccio, mais sur laquelle Cunningham et Fulton avaient émis un doute : ces auteurs estimaient, en effet, après étude histologique de l'ovaire très jeune, que l'ovule devait ultérieurement acquérir des gouttes d'huile, et Owsiannikov avait même cru voir ces globules dans de très jeunes ovules; il est vrai que, dans la lente évolution de ces éléments qui doivent atteindre finalement la taille de $2^{mm},75$, des changements profonds peuvent se reproduire à plusieurs reprises, comme il arrive pour l'ovule du congre, si l'on en croit Cunningham et Eigenman.

Les captures réitérées d'anguilles, faites l'hiver dernier avec un engin aussi mal adapté que le chalut commercial, montrent que de nombreuses anguilles-mères traversent la Manche, venues sans doute des fleuves tributaires de la mer du Nord, sinon de beaucoup plus loin.

Elles montrent aussi que ces anguilles descendent au moins occasionnellement sur le fond. Elles permettent d'espérer qu'avec leurs engins mieux appropriés, les navires de recherches scientifiques, tels que le *Thor* et le *Helga*, pourront capturer en décembre de nombreuses anguilles sur les fonds que nous avons indiqués et qui leur sont familiers. Peut-être auront-ils la chance de reprendre quelques-unes de ces anguilles de la Baltique, que les savants suédois finlandais ont marquées en grand nombre. Peut-être pourra-t-on aussi capturer des anguilles sur le fond, plus près des lieux de ponte et à un stade plus avancé de leur évolution. Il est à remarquer que nos observations atténuent les raisons qu'on a de croire que l'anguille pond fort au-dessus du fond de la mer, puisque, devenues franchement marines, elles descendent encore parfois sur ce fond pour s'y reposer.

MÉTÉOROLOGIE. — *Contribution à l'application de la télégraphie sans fil à l'étude et à l'annonce des orages.* Note de M. **Flajolet**, présentée par M. J. Violle.

Dans le courant de 1911, après quelques violents orages qui ont sévi sur Lyon, M. André, directeur de l'Observatoire, a bien voulu me charger de

leur étude et de leur prévision, à aussi longue échéance que possible, en utilisant le poste de réception de T. S. F. qui venait d'être installé ici.

Ce poste, monté en dérivation avec détecteur électrolytique du commandant Ferrié et résonateur omnibus, avait une antenne horizontale constituée par quatre fils de cuivre (2^{mm}) de 85^m chacun, tendus à 15^m au-dessus du sol, et orientée du Nord au Sud avec son maximum de sensibilité vers le Sud.

Le détecteur Ferrié communiquait avec un relais Claude très sensible, qui fermait soit le circuit d'une sonnerie d'avertissement, soit celui d'un chronographe. Ce dispositif nous a permis l'enregistrement de phénomènes orageux très éloignés parmi lesquels je citerai ceux du 18 octobre 1911 et du 8 février 1912 (nord de l'Espagne et Portugal).

Mais le détecteur électrolytique a, pour cet usage, quelques inconvénients; les piles qu'il faut laisser constamment en circuit sur lui se polarisent, vont s'affaiblissant et le relais ne fonctionne plus. D'autre part, lors de manifestations orageuses assez rapprochées, les courants très intenses qui traversent le détecteur l'endommagent. Je l'ai donc remplacé par un détecteur à cristaux qui fonctionne sans force électromotrice auxiliaire. Voici comment je l'obtiens :

Dans une petite coupelle de porcelaine, fermée par un bouchon de même matière, on chauffe, pendant quelques (2 à 4) minutes, 5^g de plomb et 1^g de soufre. On a ainsi du sulfure de plomb pulvérulent contenant un assez fort excès de soufre qui le rend moins friable.

Ce corps est serré dans une pince métallique qui forme l'une des prises de contact, l'autre est constituée par quelques brins de fils de cuivre fins portés par une lame ressort.

Le détecteur ainsi obtenu, constituant un couple thermoélectrique très énergique, a une résistance qui reste, pour tous les échantillons que j'ai étudiés, comprises entre 200^ω et 300^ω; sa sensibilité est, dans la plupart des cas, égale ou supérieure à celle des détecteurs électrolytiques, et pour les signaux de la tour Eiffel (460^{km}), les courants qu'il envoie dans un circuit de 800^ω de résistance valent $\frac{1}{5}$ de microampère. Avec lui on monte les appareils récepteurs en dérivation aux bornes du condensateur.

Mais il arrive souvent que les courants qu'il envoie ne sont plus assez intenses pour actionner les relais (¹); on a pensé alors à l'enregistrement photographique. C'est celui qui est en service actuellement. Le circuit qui part du détecteur comporte un galvanomètre à miroir de Nädler, étalonné de façon à donner l'intensité du courant qui le traverse; on en fait varier la sensibilité en le shuntant plus ou moins. Dans le cas d'orages rapprochés

(¹) Cependant dans le violent orage qui, le 19 février 1912, a sévi sur le département du Gard, orage relativement assez proche de nous (200^{km}), l'enregistrement s'est bien fait avec notre relais.

(200^{km} au plus), on règle la sensibilité de façon qu'un microampère corresponde sur la feuille d'enregistrement à 6^{mm}; pour les orages éloignés, un microampère est amené à donner une déviation de 50^{mm}.

Dans la nuit, les courants résultant d'une transmission de la tour Eiffel donnent, avec la première sensibilité, 2^{mm} *de déviation* environ et, avec la seconde, 10^{mm} à 15^{mm}.

Examinons les courbes qui représentent les résultats obtenus avec le cyclone de Caen et Beauvais (460^{km}) dans la nuit du 4 au 5 mars dernier. Les premiers parasites orageux (sensibilité de 6^{mm}) apparaissent vers 17^h50^m (assez faibles d'ailleurs 2^{mm}): à partir de 20^h leur fréquence augmente, à 21^h on interrompt l'enregistrement pour la réception des signaux de la tour Eiffel. Les parasites alors reçus au téléphone augmentent peu à peu d'intensité. A 21^h50^m on remet l'enregistreur en fonction en donnant au galvanomètre sa sensibilité de 50^{mm}. Les parasites sont beaucoup plus forts et vers 0^h30^m, moment de leur maximum, leur élongation est de 63^{mm}, correspondant à un courant de 1,2 microampère, et se conserve sensiblement jusqu'à 2^h40^m. Les parasites décroissent ensuite en nombre et en fréquence et cessent à 4^h10^m du matin. De nouveau, de 4^h50^m à 5^h50^m, de faibles décharges se font sentir, mais elles sont de l'ordre de grandeur des perturbations dues aux postes étrangers allemands ou anglais (3^{mm} à 4^{mm}).

Les manifestations électriques concomitantes à cette dépression orageuse auraient donc influencé nos appareils pendant environ 10 heures.

De ce qui précède il résulte que toute manifestation orageuse un peu intense sera enregistrée ici dès qu'elle ne sera plus distante que de 500^{km}; c'est-à-dire, étant donné la vitesse moyenne de translation des dépressions orageuses, 24 heures avant qu'elle ait pu y arriver.

Reste à pouvoir discerner, parmi elles, celles qui ont chance de nous atteindre; c'est dans cette voie que mes recherches continuent.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les charges électriques de la pluie au Puy-en-Velay en* 1911. Note de M. A. **Baldit**, présentée par M. J. Violle.

Les mesures que nous avions entreprises en 1910, sur les charges électriques de la pluie (*Comptes rendus*, t. 152, p. 807), avaient donné, comme résultat essentiel, une prédominance très nette des pluies chargées d'électricité positive, et confirmé les observations faites précédemment aux Indes par G. Simpson et à Potsdam par K. Kähler.

Nous avons effectué en 1911, au Puy-en-Velay, sur la demande de M. A.-B. Chauveau, une nouvelle série de mesures, en nous efforçant de

distinguer entre elles les diverses espèces de pluies, pluies non orageuses, orageuses, et pluies de grain.

Ces observations ont été faites à l'aide du même dispositif qu'en 1910, dispositif qui consiste essentiellement en un électromètre à quadrants à lecture directe, de construction spéciale, relié directement au récipient isolé dans lequel la pluie est recueillie. Les indications de l'électromètre ont été relevées, comme précédemment, à des intervalles de temps de 15 secondes, dont la courte durée est nécessaire pour saisir les variations rapides d'intensité et aussi les changements de signe de l'électricité pendant les pluies d'orage ou de grain. Du 16 mai au 22 décembre 1911, nous avons observé des pluies réparties sur 58 journées (à ce nombre nous avons ajouté quelques observations faites les 23 et 24 janvier 1911).

Sur les 11336 déviations relevées à l'électromètre, à des intervalles de 15 secondes, 8400 se rapportent à des pluies chargées d'électricité positive et 2936 à des pluies chargées d'électricité négative.

Le rapport a_i du nombre d'intervalles positifs au nombre d'intervalles négatifs est égal à 2,86.

Le rapport a_p de la quantité de pluie chargée positivement à la quantité de pluie chargée négativement est égal à 2,38.

Le rapport a_e de la charge électrique positive totale apportée par la pluie par centimètre carré de surface à la charge négative totale est égal à 1,36.

Ces trois nombres confirment, pour l'ensemble des pluies, les résultats obtenus précédemment.

Si l'on divise maintenant les pluies en trois catégories : pluies non orageuses, pluies orageuses et pluies de grains, les rapports a_i, a_p, a_e, qui caractérisent les pluies au point de vue électrique, ont les valeurs indiquées dans le Tableau ci-dessous :

	a_i.	a_p.	a_e.
Pluies non orageuses	5,3	4,3	2,3
Pluies orageuses	1,7	1,5	1,2
Pluies de grains	1,1	1,2	1,1

Ces rapports décroissent, comme on le voit, de la première catégorie à la dernière. Nous appellerons l'attention sur le nombre 5,3, qui montre la prédominance remarquable, au point de vue de la durée, des charges électriques positives pendant les pluies ordinaires d'où sont exclus les caractères orageux.

La prédominance de la durée du signe positif, dans les pluies non orageuses, apparaît encore plus nettement lorsqu'on fait intervenir la grandeur des charges électriques que ces pluies apportent dans l'unité de temps et par unité de surface. Nous appel-

lerons courant électrique dû à la pluie, et nous exprimerons, en ampères par centimètre carré, le courant correspondant à la quantité d'électricité apportée au sol par la pluie en une seconde sur 1^{cm^2} de surface, ce courant étant affecté du signe positif ou du signe négatif selon que la charge électrique apportée est positive ou négative.

Les 6391 intervalles de temps de 15 secondes, qui se rapportent aux pluies non orageuses, se répartissent ainsi :

	Nombre d'intervalles		
	positifs.	négatifs.	Rapports.
Courants inférieurs à 10^{-14} amp : cm².......	4641	623	7,5
Courants supérieurs à 10^{-14} amp : cm²......	741	386	1,9

Si l'on remarque que les courants supérieurs à 10^{-14} amp : cm² indiquent pour la plupart une tendance orageuse pendant des pluies qu'on ne pouvait classer comme telles, faute de signes manifestes, on est porté à considérer le nombre 7,5 comme représentant, d'une façon plus rapprochée que le nombre 5,3, la prédominance des durées des pluies positives sur les pluies négatives, non orageuses.

En outre des résultats qui précèdent, les observations effectuées cette année mettent en évidence les faits suivants :

1° Les pluies négatives renferment, en moyenne, par centimètre cube d'eau, des charges plus grandes que les pluies positives. Cette remarque s'applique indistinctement aux trois catégories de pluies mentionnées plus haut.

2° L'intensité moyenne du courant électrique dû à la pluie pendant les grains se rapproche de la valeur de l'intensité moyenne des courants électriques dus aux pluies d'orage (valeur moyenne au Puy en 1911 comprise entre 3 et 5.10^{-14} amp : cm²). Le début du grain ne se distingue pas, au point de vue de l'électricité des précipitations, aussi nettement qu'au point de vue météorologique. Des charges électriques plus fortes qu'au début ont été trouvées en arrière du grain.

3° Le plus fort courant observé a été un courant négatif : $-109,9.10^{-14}$ amp : cm² constaté le 2 juin pendant une pluie orageuse.

4° La plus forte charge électrique par centimètre cube de pluie a été également une charge négative : —43,6 U. E. S., le 14 juillet, sur le bord d'un orage.

5° A la suite des éclairs, les charges électriques de la pluie subissent parfois, pendant un certain temps, une diminution appréciable d'intensité et changent même momentanément de signe. Le 21 août, lors d'une chute de foudre voisine, la charge de pluie a passé, immédiatement après l'éclair, du signe positif au signe négatif qu'elle a gardé pendant environ 5 minutes.

M. **A. Guépin** adresse une Note intitulée : *L'extrait de belladone chez les urinaires.*

M. **Robert Odier** adresse une Note intitulée : *Traitement des cancers ulcérés et inopérables par la teinture d'iode*.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Bornet :*

En première ligne	M. **Dangeard**
En seconde ligne, par ordre alphabétique.	MM. **Bureau** **Costantin** **Lecomte**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1912.

Bureau des Longitudes. *L'éclipse de Soleil du 17 avril 1912.* [Reproduction d'une Notice de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1911, augmentée d'une Carte et des dispositions prises pour donner l'heure aux observateurs, par l'intermédiaire des signaux radiographiques de la Tour Eiffel.] Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Étude sur l'origine astronomique de la chronologie juive, par M. D. Sidersky. (Extr. des *Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres;* t. XII, 2e Partie.) Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Biologische Untersuchungen, von Gustav Retzius; Neue Folge, Bd. XVI, mit 27 Tafeln. Stockholm, Aftonbladet; Iena, Gustav Fischer, 1911; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Ministère de l'Intérieur. *Statistique sanitaire de la France;* 1re Partie : villes de 5000 habitants et au-dessus, année 1910; 25e année. Melun, Imprimerie administrative, 1911; 1 vol. in-8°.

Geologische Karte der Schweiz, $\frac{1}{500000}$, herausgegeben von der Schweiz. geolog. Commission; II. Auflage, 1911. Berne, A. Franke; 1 feuille in-plano.

Barrancos et cuevas, Haut-Aragon, Espagne (2e Partie), par Lucien Briet; avec 7 figures et 2 planches hors texte. (*Spelunca :* Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; n° 65, septembre 1911.) Paris, au siège de la Société, 1911; 1 fasc. in-8°.

Étude sur le mécanisme de l'avortement après ovariotomie double et sur la restauration utérine consécutive, par A. Weymeersch. Paris, Félix Alcan, 1911; 1 fasc. in-8°.

Les Mathématiques en Portugal, par Rodolphe Guimaraes. Appendice II. Coïmbre, 1911; 1 vol. in-8°.

M. A. Brachet fait hommage des trois Opuscules suivants : *Recherches sur la gastrulation et l'origine hypoblaste du tube digestif chez* Amia calva. — *La polyspermie expérimentale dans l'œuf de* Rana fusca. — *La signification morphologique des grands organes des sens de la tête.* Iéna, Bonn, Bruxelles, 1911-1912; 3 fasc. in-8°.

Die botanischen Ergebnisse meiner Expedition nach Siam, von Carl Curt Hosseus. (Extr. de *Beihefte zum Bot. Centralblatt;* t. XXVIII, fasc. 2, 1911.) Dresde, C. Heinrich; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Geological literature added to the Geological Society's Library, during the year ended december 31st, 1910. Londres, 1911; 1 vol. in-8°.

Catalogue des Écrits académiques suisses, 1910-1911. Bâle, 1911; 1 fasc. in-8°.

The formula for the development of power, by B.-C. POLE. Darby, Pa., 1911; 1 fasc. in-4°.

Communications from the Physical Laboratory of the University of Leyden, by H. KAMERLINGH ONNES; nos 124, 125. Leyde, Eduard Ijdo, s. d.; 2 fasc. in-8°.

A flash of lighting, by FRANCIS-E. NIPHER. (Extr. de *The popular Science Monthly*; janvier 1911.) Saint-Louis; 1 fasc. in-8°.

Sulla scarica a scintilla in un gas rarefatto e sulla sua transformazione in fascio di raggi magnetici, per AUGUSTO RIGHI. Bologne, Gambierini et Parmeggiani, 1911; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the British astronomical Association. Tome XVIII : *Seventh Report of the Section for the observation of variable stars*, 1905-1909. Londres, février 1912; 1 vol. in-8.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MARS 1912.

Études des gîtes minéraux de la France, publiées sous les auspices de M. le Ministre des Travaux publics, par le Service des Topographies souterraines. — *Bassin houiller de la Basse-Loire*, par M. E. BUREAU. Fascicule I : *Histoire des concessions. Pièces justificatives. Description géologique du bassin*. Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Zeiller.)

Collection de Mémoires et Documents, publiés par ordre de S. A. S. le Prince ALBERT Ier, Prince souverain de Monaco. — *Essai sur les « Leucoloma » et supplément au prodrome de la flore bryologique de Madagascar, des Mascareignes et des Comores*, par FERDINAND RENAULD. Imprimerie de Monaco, 1909; 1 vol. in-4°. (Offert par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Peintures et gravures murales des cavernes paléolithiques, publiées sous les auspices de S. A. S. le Prince ALBERT Ier de Monaco. — *La Caverne de Font-de-Gaume aux Eyzies (Dordogne)*, par le Dr L. CAPITAN, l'abbé HENRY BREUIL et D. PEYRONY. Monaco, imp. Vve A. Chêne, 1910; 1 vol. in-f°. (Offert par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Essai sur la genèse et l'évolution des roches, par ALFRED VIALAY. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lemoine.)

Propriétés optiques des muscles, par FRED VLÈS. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Yves Delage.)

Conservation de la viande et des matières alimentaires, par CH. TELLIER. Paris, imp. F. Blétit, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La ville d'Éole, par V.-A. OBROUTCHEV. Moscou, 1912; 1 fasc. in-8°. [En langue russe.] (Hommage de l'auteur.)

Société royale norvégienne des Sciences : Mémoires; 1910. Trondhjem (Norvège), 1911; 1 vol. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechn.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Mou.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Selli.
Varsovie	Gebethner et Wo.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.................... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.................... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.................... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.................... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouv les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856.................... 25

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scie pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terr » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Recherche » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861.... 25

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 11.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 11 Mars 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 12 (18 Mars 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

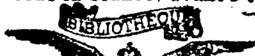
Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Lucas-Championnière*, pour occuper, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place vacante par le décès de M. *O.-M. Lannelongue*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Lucas-Championnière** prend place parmi ses Confrères.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Comment peut s'expliquer l'exercice instantané, ou sans propagation successive, de la pesanteur et des actions moléculaires, à toutes les distances où se produisent ces forces autour des points matériels d'où elles émanent*. Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Les principes de la Mécanique admis comme le plus universellement applicables, savoir ceux de la conservation des quantités de mouvement, des moments ou des aires, de la force vive, exigent que l'action et la réaction entre deux points matériels quelconques soient, à chaque instant, exactement égales, dirigées en sens inverses suivant la droite actuelle r de jonction des deux points, enfin, fonction déterminée F de cette droite r. Ils supposent donc que l'action subie par chacun des deux points en présence émane, en droite ligne, de la situation même qu'occupe l'autre à l'époque actuelle, et non pas de celle qu'il occupait à une époque plus ou moins anté-

rieure. Or, c'est admettre que l'influence de chacun s'exerce, à toute distance r où elle est susceptible d'exister, dès que le point matériel d'où elle émane est venu occuper sa situation effective, sans qu'il faille attendre aucun laps de temps supplémentaire, qui dépendrait de la distance même r. Et, en effet, les forces de pesanteur, auxquelles se réduit l'action dont il s'agit dès que la droite r de jonction nous est perceptible, se sont toujours manifestées aux astronomes comme instantanées, jusqu'aux plus grandes distances où elles ont été jugées de grandeur appréciable.

Il y a donc lieu de chercher un point de vue qui rende, pour ainsi dire, naturelle cette instantanéité, tout en laissant subsister, bien entendu, le mystère profond que présente à nos esprits tout fait d'actions réciproques entre deux êtres différents, mystère aussi impénétrable aux intelligences de notre temps qu'il l'a été aux plus anciens philosophes et tenant sans doute, dès lors, aux bornes mêmes, essentielles, de la nature humaine.

II. Car, pour nous arrêter d'abord un instant à cette difficulté, chaque être ne nous semble pouvoir agir sur d'autres, que s'il existe à la fois en lui-même et dans ces autres êtres, double mode simultané d'existence dont le comment nous échappe.

S'il est question en particulier, comme ici, des corps, des êtres localisés dans l'espace et s'influençant mutuellement, le mystère de ces influences ne serait pas ou guère moindre, dans l'hypothèse cartésienne d'un contact à la fois géométrique et physique entre eux, s'exerçant à travers la surface *sans épaisseur* qui les séparerait, que dans l'hypothèse newtonienne d'influences produites à travers des régions plus ou moins profondes, dont aucune considération rationnelle à notre portée ne permet alors de fixer l'épaisseur à une limite plutôt qu'à une autre (¹). Comme le degré effectif de divisibilité des choses réelles nous échappe, et que la quantité abstraite ou mieux idéale, seule bien précise à nos esprits, est divisible à l'infini, il nous suffit alors d'admettre un décroissement indéfini, assez rapide, de l'action mutuelle de deux points ou atomes, aux distances r croissantes, pour tenir compte du principe de bon sens en vertu duquel toute influence mutuelle doit s'évanouir et disparaître, tout au moins asymptotiquement, aux très grandes distances.

(¹) On peut voir, à ce sujet des deux modes comparés d'explication cartésien et newtonien, et des inextricables difficultés qu'entraîne le premier, le n° 11 (p. 13 et 14) de mes *Leçons synthétiques de Mécanique générale* (Paris, Gauthier-Villars; 1889).

Au contraire, dans l'hypothèse du contact absolu ou géométrique entre atomes, qu'admettent les cartésiens dès que ces atomes exercent entre eux une action, chacun des deux atomes contigus n'a de commun avec l'autre qu'une surface sans épaisseur, semblant incapable de réaliser *en elle*, d'une manière concrète, cette existence, commune aux deux corps, qui nous paraît nécessaire à l'exercice d'une action mutuelle entre eux. La même existence commune doit, en outre, comporter une infinité de degrés distincts *d'intimité*, pour expliquer les diverses intensités de cette action, extrêmement variables suivant les cas, tandis que le contact absolu, surtout entre atomes ou rigides, ou d'étendue infiniment restreinte, ne comporte pas de degrés.

III. Mais, renonçant à expliquer en son fond inaccessible le fait de l'action mutuelle, pour nous contenter d'une représentation géométrique du phénomène aussi exacte que possible, abordons la question par la circonstance de *voisinage plus ou moins grand*, qu'offrent toujours deux points matériels influençant mutuellement leurs mouvements. On peut dire que cette circonstance, évidemment importante à première vue, rend les deux points *présents* l'un à l'autre, et présents à tous ceux qui occupent la même région (de l'espace) où ils se trouvent contenus. Or, nous sentons que le fait de la *présence* d'un point matériel, dans une région de l'espace, a une certaine analogie avec celui de l'*existence* de ce point dans sa situation propre : analogie sans doute bien lointaine, car la différence des deux faits en question, qui serait simplement quantitative si elle restait finie, est rendue vraiment *qualitative* par le profond abîme ou hiatus de l'infini, jeté entre eux; mais analogie pourtant réelle, qui, pour la raison, fait de tout fini, dans la *perennis philosophia*, une pâle image de l'infini correspondant (1).

La présence incessante de chaque atome, tout autour de la situation qu'il occupe et qui est la seule où il *existe* à proprement parler, constitue donc une sorte d'existence *infiniment atténuée*, et atténuée d'autant plus (du moins généralement) en un point quelconque de l'espace, quand on compare entre elles ses diverses valeurs, que ce point est situé à une distance r plus grande de la situation propre dont il s'agit. Par suite, la simple présence différera, quant à l'action mutuelle entre l'atome considéré et tout autre, de l'existence *pleine* caractérisée par la valeur $r = 0$, en ce que l'attraction mutuelle $F(r)$ y recevra des valeurs *finies*, positives ou négatives. Au contraire, l'*existence*

(1) Le type en fut, dans le *Timée* de Platon, le temps, cette image *mobile* de l'*immobile* éternité.

pleine du premier point, dans la situation occupée par le second, entraînerait une répulsion *infinie*, c'est-à-dire une valeur F(o), *infinie négative*, de l'action mutuelle, valeur traduisant le fait de l'*impénétrabilité* du domaine irréductible, infiniment petit en tous sens, dans lequel l'atome doit rester *seul* pour assurer à la matière ses deux propriétés fondamentales, *conservation* et *étendue*.

IV. L'action exercée par un point matériel en mouvement, aux diverses distances, sur d'autres points matériels (en mouvement ou en repos) n'a pas, dès lors, à se propager successivement jusqu'à eux et ne demande, par suite, aucun intervalle de temps, aucun délai pour se produire. Car, de même que le point existe *pleinement*, dans sa situation, dès qu'il l'occupe, de même aussi il possède, à toutes les distances de sa situation, et sans délai ou, pour mieux dire, depuis un temps indéfini, l'existence partielle, infiniment atténuée, que nous y appelons sa *présence*. Cette présence le suit partout où il va, à la manière de sphères idéales concentriques qui lui seraient liées et constitueraient, en quelque sorte, son domaine ou comme son propre espace. Il l'emporte donc sans cesse avec lui et en est perpétuellement entouré, jusqu'aux limites de la plus grande sphère où s'exerce son activité.

Et voilà pourquoi les forces de pesanteur se sont toujours manifestées aux astronomes comme instantanées, jusqu'aux plus grandes distances, pourquoi aussi le principe de l'égalité constante de la réaction et de l'action, exercées en sens inverses suivant la droite de jonction des deux points, s'est toujours montré vérifié, entraînant comme conséquences les équations usuelles des quantités de mouvements, des moments, enfin, de la conservation des forces vives ou de l'énergie.

V. Nous avons raisonné ci-dessus, il est vrai, dans l'hypothèse du P. Boscovich, acceptée par Ampère, Cauchy, B. de Saint-Venant, etc., où les atomes, éléments de la matière et points matériels des géomètres mécaniciens ou physiciens, seraient, en toute rigueur, des *points sans étendue*, de simples centres d'actions attractives ou répulsives, maintenus à distance par ces actions mêmes et ainsi susceptibles, quoique individuellement inétendus, de former les agrégats étendus que sont les corps. Plus la Physique progresse et plus elle semble, effectivement, disposée à voir pénétrables en tous sens les corps les plus denses, ou à rapetisser, pour ainsi dire, indéfiniment le volume effectif des éléments de la matière, comparativement aux

espaces vides qu'ils laissent entre eux. Or, cette hypothèse de l'inétendue des atomes, à la condition d'être complétée par celle de répulsions suffisantes entre deux atomes quelconques, à l'approche de la limite $r=0$, pour empêcher les plus grandes vitesses relatives finies de rapprochement de la réaliser jamais ou de produire entre eux un contact absolu, offre l'avantage d'introduire une parfaite continuité dans toute la dynamique. Car on n'a jamais, de la sorte, ni accélérations infinies, ni, par conséquent, vitesses instantanément créées ou détruites. A quoi il faut ajouter la précision absolue qu'admettent alors la représentation géométrique et l'expression analytique des phénomènes, chaque point ayant sa *situation*, à l'époque t, *parfaitement définie* au moyen de trois quantités simples, de trois longueurs, qui sont ses trois coordonnées actuelles x, y, z par rapport à un système d'axes fixes. Au contraire, nulle autre situation que celles de points mathématiques ne pourrait même s'exprimer quantitativement, vu que la *distance*, qui est, par excellence, l'élément mesurable des phénomènes, n'a de sens net qu'entre de tels points.

VI. Cette conception de points matériels inétendus, si étrange qu'elle paraisse au premier coup d'œil, nous est donc imposée par la forme même de nos esprits; et, au fond, il n'a jamais dû en exister d'autres, dans la Science, qui fussent formulables [1]. Aussi les éminents géomètres mécaniciens et physiciens nommés ci-dessus l'ont-ils acceptée comme réelle, comme parfaitement conforme à la véritable structure de la matière.

N'allons peut-être pas jusque-là ; car ce serait supposer, au moins dans le domaine de la localisation et des figures, un accord *absolu*, auquel nous ne sommes pas habitués ailleurs, entre nous et le dehors ou, du moins, entre le monde *idéal*, *nécessaire*, de la géométrie pure et le monde physique, *contingent*, vaguement perçu par nos sens, quoique avec une grande vivacité. Mais ne manquons pas de remarquer que les procédés d'observation, aux moments de leurs plus grands progrès, n'ont jamais reconnu d'erreur dans les conséquences résultant de l'application de nos idées géométriques aux choses : « preuve, disais-je déjà, en 1889, dans mes *Leçons synthétiques de Mécanique générale* (p. 6), que ces idées n'ont pas cessé d'être supérieures, pour l'exactitude pratique, aux moyens de mesure les plus précis, et que les désaccords possibles ou même probables entre elles et les objets,

---

[1] L'hypothèse d'une matière continue n'est abordable que comme *cas limite* d'un système de points, dont on accroît indéfiniment le nombre en réduisant leurs distances.

ou, notamment, entre les points matériels hypothétiques, atomes sans étendue, et les véritables éléments de la matière, se trouvent relégués dans une sphère, celle des infiniment petits de la nature, inaccessible à nos intelligences et destinée probablement à nous échapper toujours ».

C'est, en effet, quand on arrive par voie de division aux plus petites quantités réelles existantes, comme, par exemple, dans l'interprétation physique de l'*asymptotisme* de deux courbes ou de deux fonctions, que doit se produire le désaccord entre les quantités réelles de la nature et les quantités idéales du géomètre, divisibles à l'infini. Celles-ci, épuisant la catégorie du *possible*, expriment, en quelque sorte, la *Toute-puissance* dans l'ordre d'idées qui les concerne, tandis que les quantités réelles se réfèrent uniquement à la création présente, ou à un ordre de choses effectif, nullement tenu d'épuiser son idée et d'égaler sa cause (¹).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acides phényl, p-tolyl, diphényloxyhomocampholiques et leur transformation en benzyliden-p-tolyliden- et diphénylméthylencamphres.* Note de M. A. **Haller**.

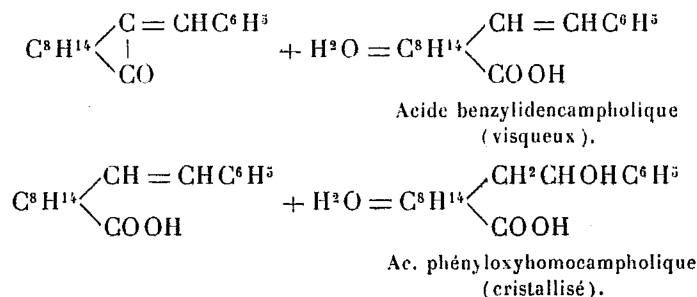
Dans un travail publié en commun avec M. Minguin (²), nous avons montré que le benzylidencamphre, soumis à l'action d'une solution saturée d'acide bromhydrique dans l'acide acétique, était susceptible de donner naissance à un dérivé bromé bien cristallisé et fondant à 146°, en même temps qu'une partie du produit primitif était transformée en un mélange de deux acides, dont l'un est solide et l'autre visqueux.

Le dérivé bromé peut lui-même être converti en les deux mêmes acides quand on le traite soit par une solution de soude, soit par de l'ammoniaque.

(¹) J'ai quelque peu développé cette pensée, à la suite de ma *Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale*, dans des *Réflexions sur la continuité physique et l'asymptotisme* (p. 122, 123, 134) qui complètent une longue Note finale du Mémoire, intitulée: *Considérations sur les lois d'économie et de simplicité; importance de ces lois en tant que principes directeurs de l'esprit* (Gauthier-Villars, 1907; et *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. L).

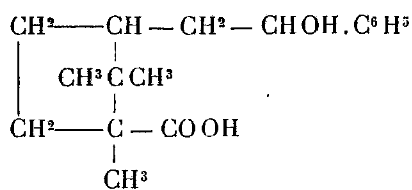
(²) A. Haller et Minguin, *Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 1361.

Nous avons traduit cette réaction de la façon suivante :



Depuis la belle synthèse qu'en a faite M. Komppa [1], il n'existe plus aucun doute sur la constitution de l'acide camphorique, qui est bien celle préconisée jadis par M. Bredt. Nous avons, d'autre part, montré en 1896 [2] comment on peut retourner de l'acide camphorique au camphre.

Nous sommes donc autorisé à considérer notre acide phényloxyhomocampholique comme un oxyacide ε et non comme un dérivé δ, car dans ce dernier cas cet acide serait susceptible de donner naissance à une lactone. La formule suivante rend compte de cette constitution :



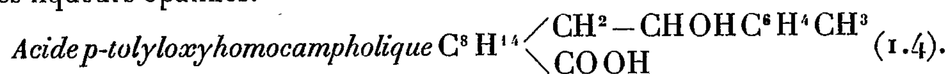
Aux propriétés déjà signalées de cet acide, ajoutons qu'il est susceptible de cristalliser en beaux prismes transparents contenant une molécule d'alcool de cristallisation quand on le fait cristalliser au sein de l'alcool méthylique ou de l'alcool éthylique. Les cristaux ainsi obtenus $C^{17}H^{24}O^3 + CH^4O$ et $C^{17}H^{24}O^3 + C^2H^6O$, abandonnés à l'air, de transparents qu'ils étaient, ne tardent pas à devenir opaques et blancs en perdant leur alcool de cristallisation. Pour enlever la totalité de cet alcool, il est nécessaire de les chauffer à 130° et l'on obtient alors une poudre blanche et anhydre qui fond à 205°-207° (n. corr.). Si l'on fait cristalliser l'acide au sein de l'alcool à 50°, il se dépose sous la forme de petites aiguilles groupées parfois autour d'un centre commun, qui ne perdent pas leur éclat à l'air et fondent à 205°-207°.

---

(1) KOMPPA, *Ann. der Chem.*, t. CCCLXX, p. 209-233.

(2) A. HALLER, *Comptes rendus*, t. 122, 1896, p. 446.

Le sel de soude de cet acide présente cette particularité d'être très peu soluble dans une solution concentrée et froide de carbonate de soude et de se déposer, par refroidissement d'une solution bouillante, sous la forme de paillettes blanches qui se dissocient facilement dans l'eau pure en donnant des liqueurs opalines.



Acide p-tolyloxyhomocampholique $C^8H^{14}\langle\begin{matrix}CH^2-CHOHC^6H^4CH^3\\ COOH\end{matrix}$ (1.4). — Cet acide se prépare comme son homologue inférieur.

On a dissous 20g de *p*-tolylidencamphre dans 300g d'acide acétique cristallisable saturé d'acide bromhydrique et l'on a abandonné le mélange à lui-même à la température ordinaire. Au bout de 10 mois le tout a été pris en masse. On a essoré, lavé à l'acide acétique cristallisable et essayé de faire cristalliser le dérivé bromé dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Il s'est bien formé des cristaux blancs analogues à ceux qu'on obtient avec le benzylidencamphre, mais ce produit est encore plus instable que le dérivé d'addition bromé obtenu avec ce dernier corps, car il perd facilement de l'acide bromhydrique et fournit un produit brun. Nous avons, par conséquent, renoncé à l'isoler et avons traité toute la masse par une solution étendue de carbonate de soude. La majeure partie du produit s'y dissout et il ne reste qu'une petite quantité d'une substance visqueuse et colorée qu'on enlève à l'éther.

La liqueur alcaline sursaturée par de l'acide sulfurique, donne un précipité caséeux qui, après dessiccation, est dissous dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole. Par évaporation spontanée du dissolvant on obtient des cristaux, souillés d'un produit visqueux et acide, qu'on a séparé à la suite de traitements répétés à l'éther mélangé d'éther de pétrole.

L'acide solide se présente sous la forme de beaux cristaux transparents fondant à 164° (1), solubles dans l'éther, presque insolubles dans l'éther de pétrole, solubles aussi dans les alcools méthylique et éthylique. Les cristaux qui se forment au sein de ces derniers dissolvants semblent renfermer des alcools de cristallisation, car, abandonnés à eux-mêmes, ils deviennent peu à peu blancs et opaques comme les cristaux d'acide phényloxyhomocampholique préparés dans les mêmes conditions.

Ajoutons que l'acide *p*-tolyloxyhomocampholique fournit un sel de soude très dissociable dans l'eau et peu soluble dans les solutions concentrées de carbonate de soude.

Quant à l'acide visqueux qui accompagne l'acide solide, nous ne l'avons pas analysé, mais il est probable qu'il est constitué par l'acide non saturé $C^{18}H^{24}O^2$ correspondant à l'oxyacide $C^{18}H^{26}O^3$.

(1) Dans notre première Note sur cet acide, nous lui attribuons par erreur le point de fusion 217°.

Acide diphényloxyhomocampholique $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.C\left\langle\begin{array}{l}C^6H^5\\OH\\C^6H^5\end{array}\right.\\COOH\end{array}\right.$. — Le diphénylméthylencamphre $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C=C(C^6H^5)^2\\|\\CO\end{array}\right.$, obtenu par condensation de la benzophénone avec le camphre sodé (¹), se comporte à l'égard d'une solution saturée d'acide bromhydrique dans l'acide acétique cristallisable, comme les benzyliden- et *p*-tolylidencamphres. Toutefois, l'ouverture de l'un des noyaux du camphre se fait ici encore plus facilement qu'avec ces derniers dérivés.

Le produit solide qu'on obtient en abandonnant pendant près de 9 mois 30g de diphénylcamphométhylène dissous dans 400g d'acide acétique saturé de HBr, préalablement essoré et débarrassé de son acide bromhydrique par une exposition de quelques jours sous une cloche renfermant des plaques de soude caustique, est constitué par de l'acide diphényloxyhomocampholique à peu près pur. Il suffit, en effet, de faire cristalliser ce produit dans l'alcool ordinaire pour obtenir l'acide sous la forme de paillettes blanches fondant à 210° (non corr.). A l'inverse des acides phényl- et *p*-tolyloxyhomocampholiques, ce composé ne fournit pas de combinaisons cristallisables avec les alcools.

Son sel de soude $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2-C\left\langle\begin{array}{l}OH\\(C^6H^5)^2\end{array}\right.\\COONa\end{array}\right.$ cristallise au sein d'une solution bouillante de carbonate de soude en paillettes nacrées et blanches très peu solubles dans l'eau froide.

Reconstitution des benzyliden-p-tolyliden et diphénylméthylencamphres en partant des acides oxyhomocampholiques décrits. — Au cours de notre étude du premier de ces acides (²), nous avons signalé en quelques mots que ce composé, « traité par du chlorure de benzoyle, régénère du benzylidencamphre ». En raison de l'intérêt que présente cette condensation interne, nous l'avons étudiée avec plus de soin et étendue aux deux autres acides.

Au lieu d'employer comme agent condensant le chlorure de benzoyle, nous nous sommes adressés au chlorure d'acétyle, plus volatil et, par suite, plus facile à éliminer quand il est en excès.

(¹) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 717.

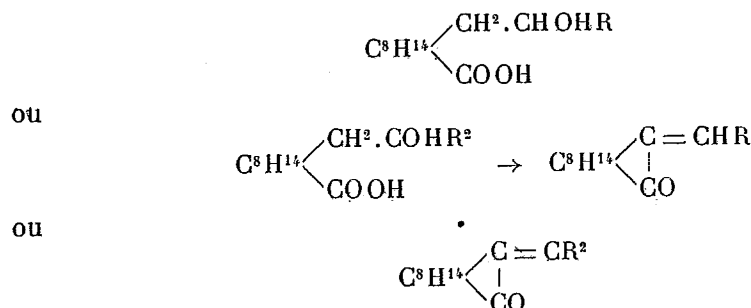
(²) A. Haller et Minguin, *loc. cit.*

Chacun des acides a été chauffé pendant une journée, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, avec six à huit fois son poids de chlorure d'acétyle. On a ensuite chassé par distillation l'excès de ce chlorure, décomposé le résidu par de l'eau, puis par du carbonate de soude, et enlevé la partie insoluble au moyen de l'éther.

Dans le cas de l'acide phényloxyhomocampholique, une partie seulement de l'acide a subi la condensation, car on a trouvé le restant en sursaturant la liqueur alcaline par de l'acide sulfurique. De plus, la liqueur éthérée a fourni, par évaporation, un résidu incristallisable dont on n'a pu retirer du benzylidencamphre qu'après un traitement préalable à la potasse alcoolique.

En ce qui concerne les deux autres acides, leur conversion en *p*-tolylidencamphre et diphénylméthylencamphre respectifs a été pour ainsi dire totale.

La condensation interne qui se produit dans les trois cas que nous venons d'étudier peut se traduire de la façon suivante :



Alors que dans le cas de l'ouverture de la chaîne il y a addition concomitante de 2^{mol} d'eau, dans le cas de la fermeture il y a élimination de 2^{mol} d'eau. La réaction est donc réversible.

Mais ce qui ajoute à l'intérêt des réactions que nous avons observées, c'est le changement que subissent, au point de vue optique, les corps dans le cycle de transformations étudiées.

Comme le montre le Tableau des déviations mesurées, le pouvoir rotatoire spécifique des matières premières soumises à l'hydratation est réduit dans de notables proportions par leur passage à l'état d'acides, mais recouvre sa valeur pour ainsi dire intégrale, dès qu'on revient aux substances primitives mises en œuvre.

Corps étudiés.	Points de fusion.	Pouvoir rotatoire spécifique $[\alpha]_D$.
Benzylidencamphre pur	95°- 96°	+ 418°,45′
Acide phényloxyhomocampholique	205°-207°	+ 78,36
Benzylidencamphre régénéré...........	95°- 96°	+ 415
p-tolylidencamphre pur..............	98°	+ 458
Acide *p*-tolyloxyhomocampholique	164	+ 71,45
p-tolylidencamphre régénéré...........	98	+ 447,54
Diphénylméthylencamphre	113	+ 292,11
Acide diphényloxyhomocampholique....	210	+ 111,06
Diphénylméthylencamphre régénéré....	113	+ 293,03

Les écarts observés dans les pouvoirs rotatoires tiennent à la difficulté que présente la préparation de notables quantités d'acides et aux réactions secondaires qui accompagnent le passage d'un stade à l'autre.

Indépendamment des acides, fondant respectivement à 210°, 207° et 164°, et des acides vitreux qu'on obtient en hydratant les benzyliden et *p*-tolydencamphres, il se produit d'autres acides, en trop petites quantités pour que nous ayons pu en faire l'étude.

D'autre part, dans la déshydratation de l'acide diphényloxyhomocampholique au moyen du chorure d'acétyle, il se forme à côté du diphénylméthylencamphre régénéré, des traces d'un composé jaune, cristallisé en petits prismes fondant à 123°, et qui, d'après une seule analyse que nous avons pu faire, est isomère avec le diphénylméthylencamphre.

Nous nous proposons donc de revenir sur ces réactions et retenons pour le moment les constatations suivantes :

1° Comme le benzylidencamphre, son homologue supérieur le *p*-tolydencamphre et le diphénylméthylencamphre sont susceptibles de s'hydrater sous l'influence des acides halogènes, en donnant naissance à des oxyacides ε, dont le pouvoir rotatoire spécifique est notablement inférieur à celui des substances primitives;

2° Les acides ainsi obtenus, soumis à l'action du chlorure d'acétyle, se déshydratent de nouveau pour retourner à l'état de combinaisons à chaîne fermée, identiques aux combinaisons dont on est parti;

3° L'exaltation que subit le pouvoir rotatoire des acides, lors de leur déshydratation, c'est-à-dire lors de la formation du second noyau de la molécule camphrée, est à rapprocher de celle que nous avons observée jadis avec M. Desfontaines [1] avec les éthers des acides β-méthyladipiques actifs qui,

[1] A. HALLER et M. DESFONTAINES, *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 1205.

en se fermant sur eux-mêmes, ont fourni des éthers cycliques (δ-méthyl-β-cyclopentanonecarboniques) dont le pouvoir rotatoire spécifique est environ 30 fois celui des éthers aliphatiques primitifs.

PHYSIQUE. — *Sur la dilatabilité du nickel commercial.*
Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume.**

Des recherches commencées en 1891 m'avaient conduit à recommander l'emploi du nickel pour la construction des étalons de longueur, en raison de sa stabilité, de sa dureté relative, de son module d'élasticité élevé, de sa grande résistance à l'oxydation, enfin de sa dilatabilité très inférieure à celle des laitons et des bronzes, couramment employés jusque-là, avec ou sans incrustation d'argent, pour la construction des étalons de moyenne précision ou des cercles divisés.

Depuis cette époque, la découverte de l'anomalie des aciers au nickel a diminué l'intérêt que présente, à ce point de vue, le nickel pur, sans cependant le faire disparaître. A côté de qualités qui doivent les faire préférer, dans un grand nombre de cas, à tous les autres métaux ou alliages, les aciers au nickel présentent, en effet, le défaut d'être encore attaqués à la longue dans un bain d'eau, et, pour certains d'entre eux, de posséder une légère instabilité, qui nécessite la détermination répétée de la valeur des étalons de précision faits avec ces alliages.

Je dirai en passant que l'inconvénient résultant de cette instabilité a été considérablement exagéré. Un étalon d'invar, par exemple, s'allonge dans le cours du temps avec une régularité telle, que des déterminations même largement espacées de sa valeur permettent une interpolation certaine, et même une extrapolation très probable, si cet étalon n'a pas été exposé à des températures variant dans un trop large intervalle.

L'emploi du nickel reste ainsi limité aux cas où, sans craindre une dilatation beaucoup plus forte, on désire se libérer autant que possible des déterminations répétées, et conserver en même temps la possibilité de laisser les étalons longtemps immergés dans l'eau.

Le Bureau international des Poids et Mesures a eu, pour cette raison, jusque dans ces dernières années, l'occasion d'étudier des mètres étalons en nickel de diverses provenances, et il a été ainsi possible de rassembler, depuis vingt ans, d'intéressants résultats relatifs à la dilatation de ces étalons, et, par conséquent, de celle du nickel commercial.

L'origine de ces étalons ne nous a pas toujours été indiquée. Lorsque nous avons eu à notre disposition des barres brutes, nous avons pu reconnaître que les cassures étaient ou grenues ou fibreuses, et que les barres étaient ou fortement écrouies, de manière à rendre un son cristallin, ou recuites, donnant alors un son mat. Mais ces différences dans le traitement du métal semblent n'avoir que peu d'action sur sa dilatabilité; en revanche, cette dernière a certainement subi, pour le produit commercial désigné sous le nom de *nickel pur*, une modification sensible dans le cours des vingt dernières années, comme le montrent les nombres du Tableau ci-après, résultant des déterminations faites entre 0° et 38°, par comparaison avec un étalon de platine iridié, toujours le même :

		Coefficients dans l'échelle normale.			
		Valeurs brutes.		Valeurs rectifiées.	
Provenance.	Année.	α.	β.	α'.	β'.
Société du ferro-nickel...........	1891	$12,730.10^{-6}$	$4,49.10^{-9}$	$12,695.10^{-6}$	$5,66.10^{-9}$
Société française du nickel.......	1895	12,597 »	5,61 »	12,595 »	»
Basse et Selve, Altena...........	1895	12,565 »	6,03 »	12,576 »	»
Société du ferro-nickel...........	1895	12,567 »	6,81 »	12,601 »	»
Société française du nickel.......	1895	12,625 »	4,42 »	12,588 »	»
Société française du nickel.......	1895	12,523 »	6,62 »	12,552 »	»
Mètre étalon, Société genevoise...	1896	12,491 »	7,01 »	12,531 »	»
» » » ...	1897	12,551 »	5,42 »	12,544 »	»
» » » ...	1897	12,493 »	7,90 »	12,560 »	»
» » » ...	1898	12,540 »	4,91 »	12,517 »	»
Société du ferro-nickel...........	1898	12,540 »	6,35 »	12,561 »	»
» »	1900	12,524 »	5,54 »	12,520 »	»
» »	1900	12,583 »	4,65 »	12,553 »	»
» »	1900	12,566 »	4,77 »	12,539 »	»
Mètre étalon, Société genevoise (¹).	1911	12,554 »	4,40 »	12,516 »	»

Les colonnes α et β contiennent les valeurs brutes des coefficients des deux termes de la formule de dilatation, rapportés à l'échelle normale. Or, comme dans l'intervalle relativement restreint de températures dans lequel on a opéré, la détermination du terme quadratique est très difficile, et, par conséquent, assez incertaine, on peut ramener les différences dans les valeurs de ce terme à des erreurs d'observations, et attribuer, à tous les échantillons, le même terme quadratique, moyenne de tous les résultats individuels, puis recalculer le premier terme de façon à satisfaire le mieux

(¹) Détermination faite par M. L. Maudet.

possible aux observations. Le terme quadratique prend alors la valeur $5{,}66.10^{-9}$, et les termes α se transforment dans les α' de l'avant-dernière colonne. C'est sur ces nombres que doivent porter les comparaisons.

Les écarts entre les nombres trouvés à une même époque semblent à peine dépasser les erreurs possibles des observations, de telle sorte qu'on peut, assurément avec un peu d'arbitraire dans le choix des limites de temps, rassembler en moyenne les résultats des périodes voisines. On obtient ainsi les nombres suivants :

Périodes.	Valeurs moyennes de α'.
1891	$12{,}695.10^{-6}$
1895	12,583 »
1896-1897	12,546 »
1898-1900	12,539 »
1911	12,517 »

Le premier et le dernier résultats, isolés dans le temps, ont été aussi conservés isolément dans le Tableau. Pour le premier, la réalité de l'écart avec les suivantes n'est pas douteuse; le dernier est en revanche assez voisin de certains des résultats antérieurs, pour qu'il soit difficile de décider s'il est à la limite des écarts fortuits, ou s'il continue la décroissance des dilatabilités, qu'indiquent les résultats des premières périodes. Pour celles-ci, cette décroissance ne fait aucun doute : la dilatabilité du nickel commercial a nettement diminué depuis vingt ans.

Si l'on rassemble les résultats obtenus depuis 1898, on arrive aux valeurs moyennes

$$\alpha = 12{,}534.10^{-6}, \qquad \beta = 5{,}66.10^{-9},$$

avec un écart probable de $\pm 0{,}012.10^{-6}$ sur α.

En attendant que de nouvelles expériences aient permis de décider si la décroissance s'est poursuivie, et s'il y a lieu d'adopter une valeur encore plus faible pour le nickel commercial actuel, on peut utiliser les valeurs ci-dessus pour le calcul des variations des étalons en nickel dont la dilatabilité n'a pas été déterminée directement; l'erreur probable que l'on commettra ainsi dans la réduction des longueurs pour un intervalle de 20 degrés restera inférieure à $0^{\mu},3$ par mètre, et, si la dernière valeur devait être considérée comme actuellement plus correcte, l'erreur commise serait encore inférieure à $0^{\mu},4$. Si donc une exactitude supérieure n'est pas désirée, on pourra, pour l'emploi d'un étalon de longueur en nickel, se dispenser de la mesure de la dilatation, toujours assez pénible.

Il est intéressant de noter que l'allongement déduit des derniers coefficients ci-dessus est pratiquement identique, entre 0° et 40°, avec celui que l'on déduit des déterminations faites par M. E.-H. Tutton sur du nickel indiqué comme pur.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Botanique, en remplacement de M. *Bornet*, décédé.

Au premier tour du scrutin, le nombre de votants étant 55,

M. Costantin obtient	....	31 suffrages
M. Dangeard »	....	20 »
M. Bureau »	....	2 »
M. Lecomte »	....	2 »

M. **Costantin**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le n° 1 des *Arxius de l'Institut de Ciencies de Barcelone.*

2° *Observations sur l'histolyse et l'histogenèse dans la métamorphose des Vespides* (*Polistes gallica* L.), par Charles Pérez. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

3° L'ensemble des Œuvres de M. Hinrichs en deux Volumes : I. *Études de mécanique chimique. Moments d'inertie des molécules, température d'ébullition*, etc. II. *Recherches sur quelques météorites. Discussion des poids atomiques.* (Présenté par M. G. Lemoine.)

M. G. Darboux présente l'Ouvrage suivant, dont l'auteur fait hommage à la Bibliothèque de l'Institut :

Ernest Lebon. *Table des restes ρ et ρ' permettant de trouver les facteurs premiers des nombres de* 510510 *à cent millions*. Manuscrit in-folio oblong de 452 pages. 1er mars 1912.

M. G. Darboux présente également :

1° Le fascicule I (Mémoires) des *Annales du Bureau central météorologique de France pour* 1907, publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

2° Le Volume I (année 1910) des *Tables annuelles des constantes et données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie*, publiées sous le patronage de l'Association internationale des Académies par le Comité international nommé par le VIIe Congrès de Chimie appliquée (Londres, 2 juin 1909). Secrétaire général : Ch. Marie.

ASTRONOMIE. — *Sur la formation des anneaux dans la nébuleuse de Laplace.* Note (1) de M. Émile Belot, présentée par M. H. Poincaré.

L'analyse de Roche a essayé de justifier le mode de formation des anneaux dans la nébuleuse de Laplace. M. H. Poincaré, dans ses *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques*, a déjà soulevé quelques objections, notamment au sujet de la nécessité de supposer constante la vitesse angulaire ω de l'atmosphère de la nébuleuse et d'admettre la condensation très avancée du Soleil au moment de la formation des anneaux planétaires.

D'autres objections peuvent être présentées en se plaçant au point de vue de la Physique cosmique et mises en relief en explicitant les deux hypothèses suivantes qui sont à la base des calculs de Roche :

1° L'attraction est la seule force agissant dans la nébuleuse et dont on ait à tenir compte dans les équations ;

2° La nébuleuse doit être ainsi définie : une masse très peu dense, conservant son état gazeux, même à la limite de son atmosphère, c'est-à-dire portée à une température assez haute pour empêcher ses matériaux non

(1) Présentée dans la séance du 11 mars 1912.

volatils (vapeurs métalliques et gaz lourds) de se condenser par le froid interstellaire.

Ces deux hypothèses semblent en contradiction avec tous les faits connus. Si l'on excepte les nébuleuses planétaires où l'on n'a jamais eu d'anneaux, les formes variées des nébuleuses indiquent nettement que l'attraction n'y est pas la force prédominante. On imagine difficilement une atmosphère assez ténue (sa densité ne dépassant pas un milliardième de celle de l'hydrogène) et conservant sa haute température et son état gazeux à la distance de Neptune, alors que dans l'atmosphère du Soleil existent des poussières solides ou liquides auxquelles on attribue l'éclat de la photosphère.

Pour que ces poussières solaires et tous les matériaux planétaires aient été volatilisés, il faut donc imaginer que la température à la surface du Soleil primitif a dû atteindre, au lieu de 6000°, une valeur de 24000° à 40000° analogue aux températures que M. Nordmann a mesurées dans certaines étoiles. Mais quelle qu'ait été cette température, il est de toute nécessité qu'à un stade quelconque de la condensation de la nébuleuse de Laplace, l'atmosphère, au moins à sa surface externe, ait été amenée par le rayonnement extérieur, à une composition mixte : gaz nobles d'un côté, poussières solides et liquides plus ou moins opaques ou réfléchissantes de l'autre. Ces poussières auront évidemment d'abord un diamètre de l'ordre du millième de millimètre avant que l'agglomération ou l'absorption l'augmente notablement.

Cherchons ce que devient l'analyse de Roche dans ces conditions. Puisque, par hypothèse, le Soleil est déjà fortement condensé et que sa température primitive est beaucoup plus élevée qu'actuellement, il émettra des radiations capables de repousser les poussières ayant un diamètre pouvant aller jusqu'à 1^{mm}; car la pression de radiation est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue. Il y aura aussi répulsion pour les gaz ionisés, comme on le constate pour l'azote dans les queues cométaires.

Mais il suffit de considérer la force répulsive de la radiation sans faire intervenir les forces électriques ou électromagnétiques dont il est plus difficile de tenir compte. Dans les équations, il faudra donc remplacer M, attraction du Soleil, par $M(1-\mu)$, μ caractérisant la force répulsive et $1-\mu$ pouvant être nul ou négatif. L'équation des méridiennes des surfaces équipotentielles dans l'atmosphère de la nébuleuse devient donc

$$\frac{M(1-\mu)}{\sqrt{x^2+y^2}}+\frac{\omega^2 y^2}{2}=\text{const.}$$

Si le premier terme est voisin de zéro, les méridiennes se rapprocheront de droites perpendiculaires à OY; il n'y aura donc plus de points doubles et, par suite, plus de formation possible d'anneaux de Laplace. D'ailleurs, la distance a des points doubles

de la méridienne satisfait à l'équation

$$\omega^2 a^3 = M(1-\mu).$$

Puisque ω n'est pas nul, si le second membre diffère peu de zéro, il faut que a soit très petit, c'est-à-dire au-dessous de la distance de Mercure.

Supposons maintenant que l'atmosphère de la nébuleuse, non condensée par le froid, ait pu former un anneau planétaire. Celui-ci, étant mince et plat, se refroidira plus vite que lorsque ses matériaux appartenaient à la nébuleuse. La force répulsive chassera de l'anneau planétaire les poussières solides ou liquides et l'on peut concevoir un anneau dont la densité, par expulsion de ses matériaux lourds, diminue bien qu'il se condense. Alors, d'après la théorie, il restera stable.

Enfin, admettons qu'un anneau planétaire ait réussi à former une nébuleuse planétaire avant que la condensation en particules solides et liquides ait commencé.

Si un anneau satellitaire se forme, il sera dans une moitié, pour ainsi dire, à l'ombre de sa nébuleuse planétaire, dont la faible radiation propre est absorbée par son atmosphère gazeuse relativement dense. Dans cette moitié d'anneau, les matériaux privés de la radiation solaire se condenseront et, lorsqu'ils seront tournés vers le Soleil, seront expulsés de l'anneau, mais pour rentrer dans la nébuleuse planétaire dont ils émanent au lieu de contribuer à former un satellite.

Ces difficultés qu'on ne peut éluder à un stade quelconque de la formation des anneaux de Laplace conduisent à la proposition suivante :

La matière d'une nébuleuse en voie de condensation, qui est traversée par une radiation centrale obéit d'abord aux forces répulsives avant d'obéir à l'attraction.

Si les particules repoussées sont dans le milieu résistant d'une nébuleuse, celui-ci diminue leur vitesse radiale et, en fournissant des matériaux qui augmentent le diamètre des particules, fait peu à peu prédominer l'attraction sur la répulsion.

C'est la thèse que j'ai soutenue dans mon *Essai de Cosmogonie tourbillonnaire*. Ce n'est pas autrement qu'on peut, avec Arrhenius, expliquer l'augmentation de diamètre des nébuleuses en partie circulaires qui s'éloignaient avec une vitesse décroissante du centre de la Nova de Persée du 29 mars 1901 jusqu'en février 1902.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'invariant de MM. Zeuthen et Segre.* Note de M. **H.-W.-E. Jung**, présentée par M. Émile Picard.

Soit G un faisceau de courbes sur une surface algébrique F, dont les courbes ne passent qu'une fois par les points fixes de G. Soient π le genre,

n le nombre des intersections de deux courbes et δ le nombre des courbes de G qui ont un point double. D'après MM. Zeuthen et Segre l'expression

$$I = \delta - 4\pi - n$$

est indépendante du choix du faisceau G ([1]).

Je me suis occupé du problème, comment il faut choisir δ et n, afin que l'expression I reste indépendante du choix du faisceau G, même si l'on permet qu'il y ait des courbes avec des singularités quelconques et des courbes se divisant en facteurs quelconques parmi les courbes de G et que toutes les courbes de G aient des points multiples (aux points fixes).

Voici les résultats que j'ai obtenus à ce sujet : Nous désignons par (Q_1, Q_2) le nombre des intersections de deux courbes (Q_1, Q_2). Le symbole ne change pas de valeur, si l'on substitue un diviseur équivalent à Q_1 ou Q_2. Si les diviseurs Q_1 et Q_2 ont un facteur commun, le symbole (Q_1, Q_2) doit être calculé en posant pour un des deux diviseurs, par exemple pour Q_1, un diviseur qui lui soit équivalent et qui n'ait pas un facteur commun avec Q_2.

1° Soit $\mathfrak{G}$ une courbe de G ; décomposons-la en facteurs primaires

$$\mathfrak{G} = \mathfrak{P}_1^{\lambda_1} \mathfrak{P}_2^{\lambda_2} \mathfrak{P}_3^{\lambda_3} \ldots,$$

les λ_i pouvant être égaux à 1 ou 0. Soient $2\sigma_i$ l'ordre du diviseur des points multiples de K_i, et π_i le genre virtuel de $\mathfrak{P}_i$. Nous posons

$$2\sigma_0 = \sum 2\sigma_i + \sum_i (\mathfrak{P}_i, \mathfrak{G}\mathfrak{P}_i^{-1}).$$

Soit ν_0 le nombre des branches de la courbe $\mathfrak{P}_1 \mathfrak{P}_2 \mathfrak{P}_3 \ldots$ (pas de la courbe $\mathfrak{G}$) passant par les points multiples des courbes K_i et par les points d'intersection des courbes $\mathfrak{P}_i$ et enfin soit ρ_0 le nombre de ces points.

Soient $2\sigma_a$ l'ordre du diviseur des points multiples d'une courbe générale $\mathfrak{G}_a$ de G, ν_a le nombre des branches de $\mathfrak{G}_a$ passant par ces points et ρ_a le nombre de ces points.

Alors la contribution que $\mathfrak{G}$ y ajoute à δ est

$$\delta(\mathfrak{G}) = (2\sigma_0 - \nu_0 + \rho_0) - (2\sigma_a - \nu_a + \rho_a) + \sum_i (\lambda_i - 1)[2\pi_i - 2 + (\mathfrak{P}_i, \mathfrak{G}\mathfrak{P}_i^{-1})];$$

([1]) Je rappelle que l'invariant de MM. Zeuthen et Segre a été aussi rencontré par M. Picard dans la question toute différente de l'évaluation du nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce d'une surface algébrique (*Théorie des fonctions algébriques*, t. II, p. 413).

$\delta(\mathfrak{G})$ est, comme il est facile de le voir, égal à zéro pour chacune des courbes générales de G et n'est différent de zéro que pour des courbes spéciales de G qui n'existent qu'en nombre fini. On a

$$\delta = \sum \delta(\mathfrak{G}),$$

la somme étant étendue aux courbes spéciales de G.

2° Soit f le nombre des points fixes de G. Alors il faut poser

$$n = 2(\nu_a - \rho_a) + f,$$

ν_a et ρ_a ayant la même signification qu'au paragraphe 1. En désignant par ν_f le nombre des branches d'une courbe générale de G qui traversent les points fixes de G, on peut aussi poser

$$n = 2\nu_f - f.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle dont un coefficient est une série divergente.* Note de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Émile Picard.

M. Painlevé a démontré que, si la fonction $f(y)$ a un pôle multiple, l'équation différentielle

$$(1) \qquad \frac{y''}{y'^2} = f(y)$$

n'a pas son intégrale générale uniforme. Ce résultat subsiste si, dans la fraction

$$f(y) = \frac{\alpha + \beta y + \gamma y^2 + \delta y^3 + \ldots}{y^p}, \qquad p \text{ entier} > 1,$$

le numérateur est, non pas un développement holomorphe au point $y = 0$, mais un développement divergent qui représente une fonction holomorphe dans un secteur circulaire de sommet $y = 0$.

En effet l'équation (1) s'intègre par deux quadratures. Il est facile, au moyen de la formule de Weierstrass, d'étudier les deux intégrales qui figurent dans l'expression $x(y)$, et de déterminer dans le plan de la variable y un chemin ouvert, tel que, quand le point y décrit ce chemin, la fraction $\frac{dx}{dy}$ soit holomorphe et différente de zéro, et que le point $x(y)$ décrive un chemin fermé. Selon que dans le secteur considéré, la partie

réelle de $\frac{\alpha}{y^{p-1}}$ est négative ou positive, la fonction $y(x)$ admet comme points critiques tout à fait analogues à des points critiques logarithmiques, des points à distance finie où le point $x = \infty$.

J'ai été conduit au théorème précédent par l'application suivante, par l'étude d'équations différentielles du troisième ordre, telles que l'équation

$$y''' = yy'' - 2y'^2, \tag{2}$$

dont les intégrales n'ont ni pôles, ni points critiques algébriques : je voulais notamment décider si les intégrales de ces équations sont des fonctions uniformes. L'équation (2) n'est pas altérée par le groupe de transformations à deux paramètres $\left(x, y;\ \alpha x + \beta, \frac{y}{\alpha}\right)$: par suite, l'intégration de cette équation se ramène à l'intégration d'une équation du premier ordre suivie de deux quadratures. Par exemple, la transformée en $\frac{y'}{y^2} = u$ peut être remplacée par le système

$$\frac{u''}{u'^2} = \frac{\frac{dt}{du}}{t+6} + \frac{3}{u} + \frac{1}{u^2(6+t)}, \tag{3}$$

$$u^3 \frac{dt}{du} = \frac{t}{6+t} - 7u. \tag{4}$$

L'équation du premier ordre (4) rentre dans un type d'équations considéré [1] par M. Bendixson et M. Picard dans le cas des variables réelles. M. Bendixson a montré, par des approximations successives, que les équations telles que l'équation (4) admettent sur l'axe réel, à droite et à gauche du point $u = 0$, une infinité d'intégrales dépendant d'un paramètre arbitraire, continues et tendant vers zéro quand u tend vers l'origine. Et M. Picard a montré que les intégrales de M. Bendixson admettent toutes, au voisinage du point $u = 0$, un même développement asymptotique ordonné suivant les puissances croissantes de u, et commençant pour l'équation (4) par $t = 42u + \ldots$. Ces résultats de M. Bendixson et de M. Picard s'étendent au cas des variables complexes. Dans le cas de l'équation (4), les suites de fonctions considérées par M. Bendixson sont uniformément convergentes au voisinage du point $u = 0$ dans tout angle intérieur à l'angle

---

[1] Cf. Bendixson, *Acta mathematica*, t. XXIV. — Picard, *Traité d'Analyse*, t. III, 2e édition, p. 257-267.

des bissectrices des axes qui contient l'axe réel, et définissent des fonctions holomorphes dans un secteur ainsi défini. Quand le point u tend vers l'origine dans ce secteur, les intégrales obtenues tendent uniformément vers zéro, et admettent toutes le développement asymptotique mis en évidence par M. Picard. Il suffit de substituer ce développement asymptotique dans le second membre de l'équation (3), et d'appliquer le théorème énoncé, à gauche de l'axe des quantités imaginaires, pour démontrer que la fonction $u(x)$, et par suite l'intégrale générale de l'équation (2) ont des points critiques logarithmiques.

On a remarqué souvent qu'une variation simple d'un coefficient numérique peut changer profondément la nature d'une fonction analytique : voici un nouvel exemple de ce fait. Les intégrales de toutes les équations

$$y''' = \alpha y y'' + \beta y'^2,$$

où α et β sont deux coefficients numériques et qui, à notre point de vue, ne dépendent que du paramètre $\frac{\beta}{\alpha}$, ont des points critiques algébriques ou logarithmiques, sauf les intégrales des équations qui se ramènent aux trois suivantes :

(5) $y''' = -6y'^2$, d'où $y = \zeta(x + A, O, B) + C$;

(6) $y''' = -2yy'' + 2y'^2$, d'où $y' = -y^2 + Ax + B$;

(7) $y''' = 2yy'' - 3y'^2$,

A, B, C désignent des constantes d'intégration. Les intégrales des équations (5) et (6) sont méromorphes et ont des pôles simples de résidu 1 : les pôles de la fonction ζ forment un réseau de parallélogrammes; les pôles de l'intégrale générale $y(x)$ de l'équation (6) sont les zéros d'une fonction entière d'ordre $\frac{3}{2}$, et deviennent plus denses à mesure que le point x s'éloigne dans son plan. Enfin l'intégrale générale $y(x)$ de l'équation (7) admet comme ligne singulière une circonférence ou une droite, n'est définie, suivant les valeurs des constantes d'intégration, qu'à l'intérieur ou à l'extérieur de cette circonférence, ou d'un côté de cette droite, et est holomorphe dans la région où elle est définie.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Les ondes de choc dans le mouvement des membranes flexibles* (¹). Note de M. **Louis Roy**, présentée par M. L. Lecornu.

Supposons que la membrane soit le siège d'une onde de choc persistante Σ déterminant sur la membrane deux régions distinctes 1 et 2. On reconnaît qu'une telle onde est caractérisée par un vecteur (λ, μ, ν) et par la vitesse de propagation V_0 de son image s dans le plan des (u, v), V_0 étant comptée positivement ou négativement suivant que la propagation se fait de la région 1 vers la région 2 ou en sens contraire. Soient (α, β) les cosinus directeurs de la demi-normale à s menée vers la région 2 et δ' la variation brusque qu'éprouve une quantité quand on franchit l'onde en passant de la région 1 à la région 2; on trouve les formules fondamentales

$$(1) \qquad \delta' \frac{\partial(x, y, z)}{\partial(u, v)} = (\alpha, \beta)(\lambda, \mu, \nu), \qquad \delta'(U, V, W) = -V_0(\lambda, \mu, \nu),$$

qui permettent de calculer les variations des quantités dépendant des dérivées du premier ordre des coordonnées. D'après les formules (1), la membrane admet, en général, deux plans tangents distincts le long de Σ. Soient alors (a', b', c') les cosinus directeurs de la tangente à Σ, (a_1, b_1, c_1) ceux de la demi-normale à Σ menée dans le plan tangent à la région 1 et vers l'*extérieur* de cette région, (a_2, b_2, c_2) ceux de la demi-normale à Σ menée dans le plan tangent à la région 2 et vers l'*intérieur* de cette région; nous poserons $\delta' a = a_2 - a_1, \ldots$.

Cela posé, on reconnaît que les équations du problème sont les suivantes

$$(2) \qquad \rho H V_0 \delta'(U, V, W) + \delta'(Q_x, Q_y, Q_z) = 0,$$

où ρH désigne indifféremment $\rho_1 H_1$ ou $\rho_2 H_2$ et où l'on a posé

$$(3) \qquad \begin{cases} Q_x = \alpha(\mathfrak{M} x'_u - \mathfrak{N} x'_v) + \beta(-\mathfrak{N} x'_u + \mathfrak{P} x_v), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Si la membrane est affectée de viscosité, on a de plus $\delta'(E, F, G) = 0$, d'où l'on déduit

$$(4) \qquad \Sigma a' \lambda = 0, \qquad \delta' \rho = 0, \qquad \Sigma(a_1 + a_2)\lambda = 0.$$

(¹) Voir nos Notes du 4 décembre 1911 et du 15 janvier 1912.

Au lieu de V_0, on peut considérer la vitesse de propagation $\mathfrak{V}$ de l'onde Σ; suivant que la propagation se fait de la région 2 vers la région 1 ou en sens contraire, elle est susceptible de deux valeurs $\mathfrak{V}_1$ ou $\mathfrak{V}_2$ liées à V_0 par les formules

$$(5) \qquad k(\mathfrak{V}_1, \mathfrak{V}_2) = (H_1, H_2)\, V_0.$$

Voici maintenant les conséquences qui résultent des équations précédentes.

Membrane dénuée de viscosité. — La membrane peut être le siège d'ondes de deux catégories, suivant que la discontinuité (λ, μ, ν) se trouve ou non dans le plan normal à l'onde ($\Sigma a'\lambda =$ ou $\neq 0$).

I. $\Sigma a'\lambda = 0$. Les ondes de cette catégorie peuvent être de trois espèces distinctes caractérisées principalement par la valeur de l'angle des deux plans tangents le long de Σ.

Les ondes de première espèce sont caractérisées par les relations $\delta'(\rho\Theta) \neq 0$, $\delta'(a, b, c) = 0$; les deux plans tangents sont donc confondus. Elles se propagent avec les vitesses

$$\mathfrak{V}_1 = -\sqrt{-\frac{\rho_2}{\rho_1}\frac{\delta'\Theta}{\delta'\rho}}, \qquad \mathfrak{V}_2 = +\sqrt{-\frac{\rho_1}{\rho_2}\frac{\delta'\Theta}{\delta'\rho}}$$

et sont analogues à celles que propagent les fluides. Les ondes stationnaires sont forcément de première espèce.

Les ondes de deuxième espèce sont caractérisées par les relations $\delta'(\rho\Theta) \neq 0$, $a_1 + a_2 = 0, \ldots$; les deux plans tangents sont donc opposés, de sorte que la courbe d'intersection de la membrane par un plan normal à l'onde présente sur Σ un point de rebroussement. Elles se propagent avec les vitesses

$$\mathfrak{V}_1 = -\sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{\rho_1 + \rho_2}}, \qquad \mathfrak{V}_2 = +\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{\rho_1 + \rho_2}}$$

et sont analogues à celles que nous avons signalées dans le mouvement des fils [1]. Les ondes des deux premières espèces sont longitudinales.

Les ondes de troisième espèce sont caractérisées par l'égalité $\delta'(\rho\Theta) = 0$, l'angle des deux plans tangents pouvant être quelconque. Elles se propagent avec les vitesses

$$\mathfrak{V}_1 = -\sqrt{\frac{\Theta_1}{\rho_1}}, \qquad \mathfrak{V}_2 = +\sqrt{\frac{\Theta_2}{\rho_2}}$$

[1] L. Roy, *Comptes rendus*, t. 152, 19 juin 1911, p. 1743.

et sont analogues à celles que M. Jouguet a signalées dans le mouvement des fils [1].

II. $\Sigma a'\lambda \neq 0$. Les ondes de cette catégorie sont stationnaires et caractérisées par un plan tangent unique dans lequel se trouve la discontinuité.

Membrane affectée de viscosité. — D'après les égalités (4), la discontinuité est dirigée suivant l'intersection du plan normal à l'onde et du plan bissecteur des deux plans tangents qui traverse la membrane suivant Σ; les ondes correspondantes rentrent donc dans la catégorie I. De plus, les actions de viscosité ($\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$) sont finies de part et d'autre de l'onde et nulles immédiatement en avant de celle-ci dans le sens de sa propagation. On reconnaît que ces ondes sont forcément de deuxième ou de troisième espèce et que leurs vitesses de propagation dépendent de la quantité

$$\mathcal{A} = \mathcal{M}\alpha^2 - 2\mathcal{N}\alpha\beta + \mathcal{P}\beta^2 = \frac{k^2}{H}\Theta + 2H(\mathcal{E}\alpha^2 - 2\mathcal{F}\alpha\beta + \mathcal{G}\beta^2).$$

Les ondes de deuxième espèce, caractérisées par les relations $\delta'\mathcal{A} \neq 0$, $a_1 + a_2 = 0, \ldots$, se propagent avec les vitesses

$$\mathcal{V}_1 = -\sqrt{\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2\rho} + \frac{H^2}{k^2}\,\frac{\mathcal{E}_2\alpha^2 - 2\mathcal{F}_2\alpha\beta + \mathcal{G}_2\beta^2}{\rho}},$$

$$\mathcal{V}_2 = +\sqrt{\frac{\Theta_1 + \Theta_2}{2\rho} + \frac{H^2}{k^2}\,\frac{\mathcal{E}_1\alpha^2 - 2\mathcal{F}_1\alpha\beta + \mathcal{G}_1\beta^2}{\rho}};$$

les ondes de troisième espèce, caractérisées par l'égalité $\delta'\mathcal{A} = 0$, se propagent avec les vitesses

$$\mathcal{V}_1 = -\sqrt{\frac{\Theta_1}{\rho}}, \qquad \mathcal{V}_2 = +\sqrt{\frac{\Theta_2}{\rho}}.$$

MÉCANIQUE. — *Sur les temps de démarrage des moteurs à volant.* Note de M. **Charles Reignier**, présentée par M. L. Lecornu.

1° Le démarrage d'un moteur se fait généralement dans un temps arbitraire θ, depuis la vitesse nulle de départ jusqu'à la vitesse V de régime normal.

L'objet de cette Note est de montrer que le temps θ ne doit pas être

[1] E. Jouguet, *Comptes rendus*, t. 153, 27 novembre 1911, p. 1062.

inférieur à un minimum déterminé dans chaque cas, sans danger de bris des bras du volant ou de l'arbre moteur; de plus, d'indiquer que, dans l'hypothèse d'une courbe de mise en route affectant la forme d'un demi-sinusoïde simple, les bras du volant supportent une *tension maxima* au bout d'un temps τ plus petit que le temps θ.

2° Si je désigne à chaque instant la vitesse du centre de gravité de la jante par la fonction $v = \varphi(t)$ [1], je puis écrire, vu la continuité de l'accélération,

$$\frac{dv}{dt}\,\text{max.} = \alpha \frac{V}{\theta}, \tag{1}$$

α étant un coefficient *toujours plus grand que l'unité*.

La force d'inertie maxima correspondant au couple maxima de torsion sera alors

$$\mathcal{F}_{\text{max.}} = \frac{P}{9,81}\,\alpha\,\frac{V}{\theta}, \tag{2}$$

où P désigne le poids de la jante du volant, V la vitesse du centre de gravité de la section de la jante, au bout du temps θ de régime.

3° Désignons par :

λ, la distance du centre de gravité de la section de la jante à l'extérieur du moyeu;

$\frac{I}{n}$, le module de résistance de la totalité des bras, calculé à l'encastrement, c'est-à-dire à l'extérieur du moyeu;

R_t, le taux de fatigue dû à la tension exercée par la force centrifuge de la masse de la jante sur les bras, à la section d'encastrement, en négligeant les congés de raccord avec le moyeu;

R_f, le taux de fatigue de flexion au même instant que subissent les bras sous l'action de la force d'inertie *variable* pendant le temps de zéro à θ;

C, la force centrifuge de la masse de la jante à chaque instant entre zéro et θ;

r, le rayon de giration de la jante;

R_c, le taux de fatigue au cisaillement à la section d'encastrement, produit sous l'action de $\mathcal{F}$;

Ω, la section totale des bras mesurée à l'encastrement, déduction faite des congés;

j'ai, en désignant par R_T la tension totale unitaire à chaque instant entre

[1] La fonction $v = \varphi(t)$ peut présenter plusieurs points d'inflexions, avec maxima et minima, si le démarrage se fait par impulsions successives.

zéro et θ :

$$(3)\qquad R_T = \sqrt{\left(\frac{P}{gr\Omega}v^2 + \frac{P\lambda}{g\frac{I}{n}}\frac{dv}{dt}\right)^2 + \left(\frac{P}{g\Omega}\frac{dv}{dt}\right)^2}.$$

En général, dans le calcul des bras du volant, R_c est négligeable devant R_t et R_f; l'équation précédente peut alors se simplifier sans erreur appréciable et s'écrire sous la forme

$$(4)\qquad R_T = \frac{P}{gr\Omega}v^2 + \frac{P\lambda}{g\frac{I}{n}}\frac{dv}{dt}.$$

Posant $a = \frac{P}{gr\Omega}$, $b = \frac{P\lambda}{g\frac{I}{n}}$, le maximum de R_T sera défini par l'équation différentielle

$$(5)\qquad 2av\frac{dv}{dt} + b\frac{d^2v}{dt^2} = 0,$$

avec $v = \varphi(t)$, sous la condition qu'elle satisfasse pour $t = 0$ et $t = \theta$: $\frac{dv}{dt} = 0$ et que, en outre, $\frac{d^2v}{dt^2} = 0$ pour une valeur comprise entre 0 et θ.

4° Pour matérialiser le calcul de R_T, je supposerai (comme l'allure de courbes relevées expérimentalement semble l'indiquer) que la fonction $v = \varphi(t)$ soit représentée par une demi-sinusoïde simple, ayant $\theta = 21$ secondes pour la demi-période et $V = 24^m,300$ pour amplitude.

Ces valeurs ont été relevées dans le démarrage d'un moteur à vapeur en service et qui présente les constantes suivantes :

$\mathfrak{E}$, puissance normale en régime établi, 275 chevaux;
P, poids de la jante du volant, 14000^{kg};
r, rayon de giration de la jante, $3^m,350$;
Ω, section totale des bras du volant à l'encastrement, 320000^{mm^2};
V, vitesse normale du centre de gravité de la jante en régime, $24^m,300$;
λ, bras de levier de la force d'inertie, $2^m,600$;
$\frac{I}{n}$, module de résistance à flexion (unité : mm), 12240000;
θ, temps total de démarrage de 0 à V, 21 secondes.

J'ai alors l'équation numérique

$$(6)\qquad R_T = 0,00133\,v^2 + 0,303\,\frac{dv}{dt}.$$

Les valeurs de R_t, R_f et R_T sont consignées dans le Tableau suivant (les bras étaient en fonte) :

	t (secondes).												
	0.	$1\frac{21}{12}$.	$2\frac{21}{12}$.	$3\frac{21}{12}$.	$4\frac{21}{12}$.	$5\frac{21}{12}$.	$6\frac{21}{12}$.	$7\frac{21}{12}$.	$8\frac{21}{12}$.	$9\frac{21}{12}$.	$10\frac{21}{12}$.	$11\frac{21}{12}$.	$12\frac{21}{12}$
R_t...	0	0,0003	0,0043	0,0138	0,048	0,112	0,195	0,28	0,43	0,575	0,68	0,76	0,79
R_f..	0	0,036	0,14	0,28	0,42	0,52	0,56	0,52	0,42	0,28	0,14	0,036	0,00
R_T...	0	0,0363	0,144	0,294	0,468	0,632	0,745	0,80	0,85	0,855 max	0,82	0,796	0,79

Ce calcul montre bien que le maximum de R_T [avec l'hypothèse de la forme sinusoïdale simple pour la fonction $\rho = \varphi(t)$] a lieu dans un temps τ plus petit que le temps θ compris entre la mise en marche et l'établissement du régime.

PHYSIQUE. — *Sur les franges d'interférences obtenues avec le triprisme de Fresnel.* Note (¹) de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

Le triprisme permet aussi (¹) d'obtenir des franges qu'on produit aisément avec le dispositif ordinairement employé pour observer les interférences des polarisés : une fente S donne avec les demi-lentilles ou le biprisme convergent deux images P et P′ au delà desquelles on place le triprisme; on aperçoit alors dans le champ la superposition de divers systèmes de franges qui ont été dessinées séparément aux différents niveaux de la figure 1.

Fig. 1.

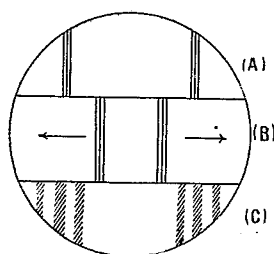
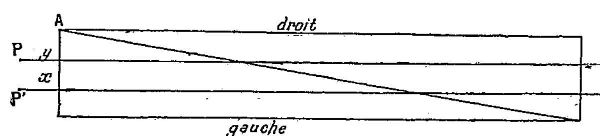


Fig. 2.



En lumière naturelle ou en lumière seulement polarisée ou analysée, on a deux groupes de franges latérales, A, *dont la position est indépendante du déplacement transversal du triprisme.*

En lumière polarisée et analysée, on a, en outre, deux systèmes également latéraux et symétriques, B, mais dont la position, c'est-à-dire l'écartement,

(¹) Présentée dans la séance du 11 mars 1912.

est liée au déplacement transversal du triprisme; ils peuvent, soit se réunir au milieu en un seul, soit se juxtaposer aux autres en les élargissant, soit s'en écarter latéralement; *le mouvement transversal du triprisme les entraîne tous les deux en sens contraires l'un de l'autre*. Ces quatre groupes correspondent à une même valeur de la période et se rattachent au même système.

De plus, en lumière polarisée et analysée, on a deux groupes de franges larges, C, se superposant aux précédents et tels que *le mouvement transversal du prisme les entraîne tous deux dans le même sens*.

On peut expliquer leur production de la façon suivante :

Les vibrations émanées de P ont traversé une épaisseur de quartz gauche égale à $y \tan g\alpha$ et une épaisseur de quartz droit égale à $l - y \tan g\alpha$; elles auront donc subi une rotation vers la droite égale à $\rho[l - 2g \tan g\alpha] = \omega$; pareillement les vibrations émanées de P' ont subi une rotation droite égale à $\rho[l - 2(y + x)\tan g\alpha] = \omega'$ ou $\omega - \theta$. On a à combiner deux mouvements vibratoires égaux, inclinés l'un sur l'autre de $\omega - \omega'$ ou θ et ayant entre eux un retard δ: si la lumière n'est pas reçue sur un analyseur rectiligne, il en résulte un mouvement elliptique correspondant à une intensité donnée par

$$a^2 + a'^2 + 2aa' \cos(\omega - \omega') \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda}.$$

Si l'on prend $a^2 = \frac{1}{2}$, on a

$$I = 1 + \cos\theta \cos 2\pi \frac{\delta}{\lambda} = 1 + \frac{1}{2}\left[\cos\left(\theta - 2\pi\frac{\delta}{\lambda}\right) + \cos 2\pi\left(\theta + \frac{2\pi\delta}{\lambda}\right)\right]$$
$$= \cos^2\left(\frac{\theta}{2} - \pi\frac{\delta}{\lambda}\right) + \cos^2\left(\frac{\theta}{2} + \pi\frac{\delta}{\lambda}\right).$$

On démontre alors, soit par la considération de la frange achromatique (Cornu) appliquée à la dernière expression de I, soit par une autre théorie exposée ailleurs, et en se servant de la première de ces expressions, qu'il y aura, en lumière blanche, deux groupes de franges visibles aux environs de la région par laquelle on a, p étant *voisin* de 2 (et non pas égal à l'unité),

$$\frac{\pi\delta}{\lambda} = p\frac{\theta}{2},$$

ce qui définit deux positions symétriques par rapport à la droite médiane. Ce résultat est indépendant de l'orientation de la vibration; ces franges seront donc également visibles avec ou sans polariseur.

Supposons maintenant que l'on emploie un polariseur et un analyseur dont les sections principales font entre elles un angle φ; les deux vibrations à composer ont pour amplitude $\cos(\omega - \varphi)$ et $\cos(\omega' - \varphi)$; leur retard étant δ, leur intensité sera

$$\cos^2(\omega - \varphi) + \cos^2(\omega' - \varphi) + 2\cos(\omega - \varphi)\cos(\omega' - \varphi)\cos 2\pi\frac{\delta}{\lambda},$$

ce qui donne, à une constante près, une somme de six carrés :

$$\cos^2(\omega-\varphi)+\cos^2(\omega'-\varphi)+\cos^2\left(\frac{\omega+\omega'-2\varphi}{2}+\pi\frac{\delta}{\lambda}\right)$$
$$+\cos^2\left(\frac{\omega+\omega'-2\varphi}{2}-\pi\frac{\delta}{\lambda}\right)+\cos^2\left(\frac{\omega-\omega'}{2}+\pi\frac{\delta}{\lambda}\right)+\cos^2\left(\frac{\omega-\omega'}{2}-\pi\frac{\delta}{\lambda}\right).$$

Ces six termes permettent d'envisager, avec l'approximation déjà signalée, le phénomène, comme la superposition de six phénomènes correspondant à chacun d'eux.

Les deux derniers termes expliquent la présence de deux groupes de franges au voisinage des régions où l'on a

$$\frac{\pi\delta}{\lambda}=\pm p\frac{\omega-\omega'}{2}$$

qui dépend de x et non de y, lequel a disparu dans la différence $\omega-\omega'$; de plus γ n'intervient pas pour une semblable raison : ce sont donc les franges visibles en lumière naturelle (système A de la figure 1).

Les deux autres termes

$$\cos^2\left(\frac{\omega+\omega'-2\varphi}{2}+\pi\frac{\delta}{\lambda}\right) \quad \text{et} \quad \cos^2\left(\frac{\omega+\omega'-2\varphi}{2}-\pi\frac{\delta}{\lambda}\right)$$

permettent de même de prévoir la production de deux autres groupes de franges dans les régions définies par

$$\frac{\pi\delta}{\lambda}=\pm p\frac{\omega+\omega'-2\varphi}{2}.$$

Ces groupes (système B) sont placés symétriquement de part et d'autre du point de retard nul, et leur position, c'est-à-dire leur écartement, dépend de y (qui intervient dans ω et ω'), c'est-à-dire du déplacement transversal du triprisme, car on a

$$\frac{\omega+\omega'}{2}=\rho[l-(2y+x)\operatorname{tang}\alpha].$$

De plus, l'intervention de φ explique le mouvement de pivotement des franges par rotation de l'analyseur.

Enfin les deux premiers termes $\cos^2(\omega-\varphi)$ et $\cos^2(\omega'-\varphi)$ correspondent aux franges larges que nous avons signalées (système C); il y a, en effet, pour les premiers une rotation ω du plan de polarisation variable avec les épaisseurs traversées et une intensité exprimée par $\cos^2(\omega-\varphi)$ variable

aux différents points du champ : elle est l'origine d'un de ces groupes de franges produites par le point P; l'autre groupe résulte des mêmes considérations appliquées à P', d'où leur transport commun dans le même sens par le déplacement transversal du triprisme.

SPECTROSCOPIE. — *L'influence de la capacité, de la self-induction et de la distance explosive sur la vitesse de projection des vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique.* Note de M. **G. A. Hemsalech**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note antérieure [1] j'ai décrit une méthode qui permet de déterminer à l'aide d'un courant d'air la vitesse de projection, pour une radiation spectrale donnée, des vapeurs lumineuses produites par une oscillation unique d'une étincelle de self-induction. Continuant ces recherches, j'ai étudié les trajectoires des vapeurs lumineuses de divers éléments et en particulier celles du plomb qui font l'objet de la Communication présente.

L'étincelle est fournie par la décharge d'un condensateur à plaques (capacité de chaque plaque : 0,0012 mfd) en dérivation sur le secondaire d'un transformateur à résonance. L'obtention des clichés se fait d'après les indications déjà données (*loc. cit.*).

La méthode employée pour la mesure des clichés était essentiellement la même que celle dont nous nous sommes servis, M. Schuster et moi, dans nos recherches sur l'étincelle de capacité.

Par suite des défauts d'achromatisme des objectifs, il était nécessaire d'incliner la plaque photographique et par conséquent la réduction des mesures exigeait la prise de certaines précautions. Néanmoins les valeurs numériques obtenues ne doivent pas être considérées comme précises, il y a en effet des sources d'erreurs qu'on ne peut pas éliminer, telles que les irrégularités de la forme de l'auréole et de la décharge elle-même, le manque de netteté des images, etc. Pour les mesures on a eu soin de choisir des clichés sur lesquels les trajectoires provenant des deux électrodes étaient symétriques. La valeur acceptée pour la vitesse était la moyenne de celles obtenues pour ces deux trajectoires.

Le Tableau suivant donne les valeurs moyennes de la vitesse sur un trajet de $0^{mm},50$ de la vapeur du plomb à différentes distances de l'électrode pour une capacité de 10 plaques condensatrices et une longueur d'étincelle de 5^{mm} :

[1] Hemsalech, *Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 1511.

Longueurs d'ondes.	Valeurs moyennes à une distance de		
	$0^{mm},80$.	$1^{mm},34$.	$1^{mm},87$.
	m : sec	m : sec	m : sec
3573	52,9	36,6	40,2
3640	56,7	37,8	35,2
3684	75,6	52,1	37,2
3740	60,6	41,6	31,2
4058	90,8	69,2	47,8

On voit que la vapeur diminue de vitesse en s'éloignant des électrodes. Tandis que les valeurs pour les premières quatre raies sont à peu près du même ordre de grandeur, on constate, par contre, une grande différence pour la raie 4058.

Je crois que cette différence est due à la grande étendue de l'image monochromatique de l'auréole qui présente une forme légèrement ovale. La raie 4058 est, en effet, une raie de basse température et, par conséquent, elle est facilement émise par les couches extérieures de l'auréole, tandis que les autres raies, qui correspondent à des températures plus élevées, sont émises par les couches intérieures, et les images de l'auréole auxquelles elles donnent lieu sont plus ou moins minces et se rapprochent de la forme cylindrique. Cette influence de l'étendue de l'auréole sur la valeur de la vitesse est mise en évidence par le Tableau ci-dessous, qui donne les valeurs obtenues pour la vitesse moyenne de la vapeur entre deux points situés à $0^{mm},54$ et $1^{mm},60$ de l'électrode. Ce trajet plus long, qui permet d'obtenir une valeur plus précise de la composante horizontale, a été adopté dans toutes mes mesures.

Longueurs d'ondes.	Diamètre de l'image monochromatique de l'auréole.	Vitesse de la vapeur.
	mm	m : sec
3573	1,75	42,5
3640	2,03	44,6
3684	2,29	59,1
3740	2,06	52,2
4058	2,64	78

Valeur moyenne pour les premières quatre raies .... 49,6 m : sec

Ces résultats démontrent la nécessité de tenir compte de la grandeur des images de l'auréole dans cette étude. Les nombres ci-dessus ont été obtenus avec un courant d'air d'une vitesse de 35,7 m : s. Avec un courant d'air de 22,3 m : s j'ai obtenu des vitesses de 50,1 m : s comme moyenne pour

les premières quatre raies et de 74 m : s pour la raie 4058, c'est-à-dire des valeurs presque identiques. La vitesse du courant d'air a été évaluée en mesurant le débit.

En faisant varier la capacité, j'ai obtenu les nombres suivants pour une étincelle de 5^{mm} :

Longueurs d'onde.	Nombre de plaques condensatrices. 10.	4.	2.	1.
3573, 3640, 3684, 3740	m:sec 49,6	m:sec 49,1	m:sec 47,4	m:sec 39,6
4058	78	62	66	58

La faible valeur obtenue avec une seule plaque condensatrice peut s'expliquer facilement par la petite quantité de vapeur produite, cette dernière n'arrivant pas jusqu'au milieu de l'étincelle, de sorte que les mesures sont influencées par le défaut des images. Ces résultats me semblent démontrer que la capacité n'a pas d'influence appréciable sur la vitesse de la vapeur. Par contre, des observations visuelles m'ont démontré qu'en ajoutant des self-inductions dans le circuit de décharge, la vitesse de la vapeur diminue. Cette observation semble d'ailleurs être confirmée par les grandes valeurs de vitesse obtenues par M. Schuster et moi pour l'étincelle de capacité. Lorsqu'on diminue le potentiel explosif, on constate que la vitesse diminue; ainsi, avec une étincelle de 4^{mm}, j'ai obtenu des vitesses de 39.1 m : s pour les premières quatre raies et de 58 m : s pour la raie 4058. Le même fait a été observé pour des étincelles de 5^{mm}, 4^{mm} et 3^{mm} en faisant les mesures sur des trajets plus petits de la trajectoire.

En résumé, la vitesse de la vapeur lumineuse n'est pas sensiblement modifiée par des variations de la capacité ; par contre elle varie en raison inverse de la self-induction du circuit de décharge et en raison directe de la distance explosive. Les nombres obtenus, quoique ne présentant que l'ordre de grandeur de la vitesse, accusent néanmoins une constance suffisante pour permettre l'application de cette méthode à une étude comparative des vitesses données dans des conditions analogues par les vapeurs de différents éléments.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de la décomposition de l'acide urique par l'action de l'émanation du radium.* Note de M. **P. Mesernitsky**, présentée par M. Roux.

Mes observations [(1) à (3)] ainsi que celles de quelques auteurs allemands (4) ont montré que l'émanation du radium peut augmenter *la solubilité* de l'acide urique. Pour étudier de plus près le mécanisme de l'action de l'émanation, j'ai fait une série d'expériences.

Dans une solution saturée de mono-urate de soude on ajoute un excès du sel, qu'on maintient en suspension en agitant. Si, sous l'action de l'émanation, ce sel devient plus soluble, ou s'il se décompose en corps plus soluble, on pourra constater une augmentation d'azote dans la solution (méthode de Kjeldahl). 100^{cm^3} d'eau à la température de 15°-17° ne dissolvent pas plus de 40^{mg} de mono-urate de soude. Ce sel, conservé pendant un certain temps au laboratoire, se transforme en un isomère, le lactimurate, plus stable, mais moins soluble. C'est sur ce lactimurate que j'ai opéré.

Dans une première expérience, on a mis 1^g du sel en question avec 74^{cm^3} d'eau dans un ballon portant deux robinets et l'on a aspiré une quantité d'émanation du radium d'environ 50 milli-Curie. Capacité du ballon, 100^{cm^3} :

Quantité d'azote dans le liquide avant l'expérience, 9^{mg} (correspondant à 29^{mg} du sel).
Après 15 jours, 29^{mg} (correspondant à 96^{mg} du sel).

Ainsi au lieu de 40^{mg} du sel on trouvait 129^{mg} dans 100^{cm^3}. Le sel non dissous pesait $0^g,88$.

Je n'ai pas pu déterminer quels étaient les produits intermédiaires pendant la décomposition du mono-urate de soude par l'action de l'émanation, parce que leur quantité était trop petite. C'est pourquoi je n'ai fait que le dosage d'ammoniaque à la fin de l'expérience. La quantité égalait 10^{mg} (moyenne de deux dosages). Il restait encore 19^{mg} d'azote, qui pouvaient être attribués au mono-urate de soude et aux produits intermédiaires.

Pour déterminer d'une manière plus précise quelle quantité de mono-urate de soude peut être décomposée par l'action de l'émanation du radium, on a fait l'expérience suivante :

---

(1) Mesernitsky, *Ref. à Bruxelles au Congrès de Radiologie*, 1910; *Therapie d. Gegenw.*, 1910, n° 11.

(2) Mesernitsky, *Russky Wratch*, 1910, n° 51.

(3) Mesernitsky, *Archiv f. physik. Medizin*, t. VI, p. 1.

(4) Gudzent, *Radium in Biologie und Heilkunde*, t. I, 1911, p. 1.

Dans un ballon à deux robinets, on a versé la solution de mono-urate de soude filtrée, qui contenait 9^{mg} d'azote (29^{mg} du sel). Après 9 et 11 jours, on pouvait encore constater la présence du sel en solution (réaction de la murexyde), tandis que 12 jours après, il n'y avait plus de traces du sel.

La quantité d'ammoniaque, présentée dans le liquide, correspond à 3^{mg} d'azote, tandis que, dans le liquide de contrôle, le mono-urate de soude était resté inaltéré.

Après cela on a fait une série d'expériences, pour étudier le mécanisme de cette action de l'émanation. Les unes étaient exécutées en employant un tube de verre épais, qui ne laissait passer que les rayons pénétrants; les autres étaient faites avec des tubes dont le verre était si mince que les rayons α pouvaient facilement passer au travers.

La solution saturée de mono-urate de soude avec un excès de sel était versée dans un flacon bien bouché; par le trou du bouchon de caoutchouc on a fait pénétrer à l'intérieur du liquide un tube de verre épais contenant le bromure de radium. Après 20 jours on n'a pu constater qu'une très petite augmentation d'azote dans la solution et des traces d'ammoniaque.

Après cela on a fait l'expérience avec des tubes à parois minces. Un premier tube, qui était petit comme une tête d'épingle et contenait 3,3 milli-Curie d'émanation, fut plongé dans la solution de mono-urate de soude avec excès du sel en suspension :

Quantité d'azote dans 100$^{cm^3}$ de solution avant l'expérience, 12^{mg} (corresp. à 40^{mg} du sel); 3 jours après, 20^{mg}; 5 jours après, 26^{mg}; 7 jours après, 31^{mg}.

Un autre tube contenait environ 5 milli-Curie d'émanation et était en forme d'épingle :

Quantité d'azote dans 100$^{cm^3}$ de solution avant l'expérience, 12^{mg}; 3 jours après, 17^{mg}.

Après avoir constaté que c'étaient les rayons α qui produisaient la décomposition du mono-urate de soude, j'ai fait encore quelques essais pour voir si la présence de l'oxygène était nécessaire pour cette décomposition. Les expériences préliminaires m'ont montré que l'air, qu'on faisait barboter à travers la solution de ce sel avec un excès en suspension, n'avait aucune influence sur l'augmentation d'azote dans la solution. L'addition de l'eau oxygénée ne produisit aussi aucun effet.

La même solution avec un excès du sel en suspension fut versée dans un verre et l'on y fit descendre un autre tube, qui contenait environ 7 milli-Curie. Les rayons α se dispersaient autour de ce tube à la distance de 5^{cm}. Le tout était placé dans un cristallisoir contenant une solution de pyrogallate de soude et recouvert par une cloche de verre formant fermeture hydraulique. On pouvait ainsi faire l'expérience dans une atmosphère sans oxygène.

Une baguette de verre, qui pouvait être agitée au dehors, maintenait le sel en suspension.

Quantité d'azote dans 100^{cm^3} de solution avant l'expérience, 12^{mg}; 4 jours après, 19^{mg}; 6 jours après, 22^{mg}.

Des expériences qui précèdent on peut tirer les conclusions suivantes :

I. L'émanation du radium décompose le mono-urate de soude;

II. Cette décomposition se manifeste par l'augmentation de l'azote dans la solution;

III. 29^{mg} de mono-urate de soude se décomposent complètement après 12 jours sous l'action de 50 milli-Curie d'émanation;

IV. Le mono-urate de soude se décompose jusqu'à formation d'ammoniaque (environ 34 pour 100);

V. Les produits intermédiaires ne sont pas encore précisés;

VI. Le mono-urate de soude se décompose par l'action de rayons α;

VII. Les rayons pénétrants ne produisent pas d'effet sur ce sel;

VIII. L'oxygène ne joue pas un rôle appréciable dans le processus de décomposition du mono-urate de soude par les rayons α de l'émanation du radium;

IX. L'action des rayons α sur le mono-urate de soude donnera peut-être une explication des effets thérapeutiques de l'émanation sur les goutteux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre du système sulfate de cadmium-gaz chlorhydrique*. Note [1] de M. CAMILLE MATIGNON, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Si l'on considère des composés solides se dissociant en donnant un solide et un gaz, comme par exemple les sels ammoniacaux [2]



$$ZnCl^2\,6AzH^3 \rightleftharpoons ZnCl^2\,4AzH^3 + 2AzH^3,$$

les chaleurs de combinaison des composés, à partir des produits de leur dissociation, sont sensiblement proportionnelles aux températures absolues correspondant à une même pression de dissociation, la pression atmosphérique par exemple.

En prenant comme température de comparaison la température absolue T, pour laquelle la pression de dissociation est égale à la pression atmosphé-

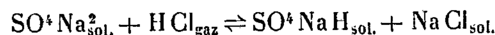
(1) Présentée dans la séance du 11 mars 1912.

(2) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. 128, 1899, p. 103.

rique, et pour chaleur de combinaison Q la chaleur relative à une quantité de matière mettant en liberté une molécule gazeuse, j'ai obtenu pour le rapport $\frac{Q}{T}$ la valeur de $0^{cal},032$.

On retrouve donc ici, comme je le faisais remarquer dès cette époque, une loi analogue à la loi de Trouton relative aux chaleurs de vaporisation des liquides à leurs températures absolues d'ébullition sous une même pression. De même que cette dernière loi, la relation $\frac{Q}{T} = 0^{cal},032$ est une relation approchée qui est d'autant plus exacte que la température T ne s'éloigne pas trop de la température ordinaire.

Depuis (¹) j'ai étendu cette même relation à des systèmes en équilibre dans lesquels n'existent que des phases solides et une phase gazeuse contenant un seul gaz, comme, par exemple, le système chimique suivant :



$$SO^4Na^2_{sol.} + HCl_{gaz} \rightleftharpoons SO^4NaH_{sol.} + NaCl_{sol.}$$

et j'ai donné de nouvelles vérifications de la constance approchée de $\frac{Q}{T}$ (²).

Cette loi empirique, à laquelle M. Nernst (³) a donné le nom de *Loi de Le Chatelier et Matignon* eu égard aux recherches antérieures de M. Le Chatelier sur le même sujet (⁴), m'a permis de tirer une conclusion importante : Pour les systèmes contenant un gaz et des solides, la connaissance de la chaleur dégagée dans la réaction permet, au moins d'une façon approchée, de déduire si la réaction est réversible ou non et, s'il y a réversibilité, elle entraîne la connaissance de la courbe de dissociation du système monovariant (⁵).

Examinons, par exemple, si le gaz chlorhydrique doit agir sur le sulfate de cadmium et, si la réaction est possible et réversible, quelle est la température approchée à laquelle la pression de dissociation atteint 760^{mm} ?

En opérant avec un excès de sulfate de cadmium, si le gaz chlorhydrique chasse l'acide sulfurique, ce dernier s'unira avec l'excès de sulfate de cad-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 513. Voir surtout *Annales de Chim. et Phys.*, 8ᵉ série, t. XIV, 1908, p. 5 à 126.

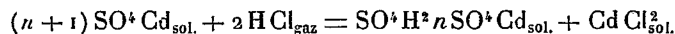
(²) *Zeits. Elektroch.*, 1910, p. 741. *Comptes rendus du Congrès de Londres*, Section X, p. 106-110 et du *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (Lille), p. 285-292.

(³) *Traité de Chimie générale*, Paris, 1912, 2ᵉ Partie, p. 312.

(⁴) *Annales des Mines*, 8ᵉ série, t. XIII, 1888, p. 344.

(⁵) C. MATIGNON, *loc. cit.*

mium pour engendrer un sel acide solide et nous aurons la réaction suivante :



$$(n+1)\,SO^4Cd_{sol.} + 2\,HCl_{gaz} = SO^4H^2\,n\,SO^4Cd_{sol.} + CdCl^2_{sol.}$$

dans laquelle n'interviennent que des solides et un gaz.

D'après les données thermochimiques connues, la chaleur mise en jeu est de $22^{cal},9$ plus une partie complémentaire ε due à la chaleur de combinaison de l'acide sulfurique *solide* avec le sulfate de cadmium, quantité de chaleur évidemment très faible à cause de l'instabilité du sel acide solide.

J'ai démontré qu'une réaction dans laquelle intervient le gaz chlorhydrique était possible et réversible si la chaleur dégagée par molécule gazeuse était supérieure à $8^{cal},5$. Comme cette valeur limite peut légèrement varier d'un système à un autre, il peut y avoir doute quand la chaleur de réaction se rapproche de la limite. Ici nous avons, par molécule de gaz chlorhydrique, $11^{cal},45 + \frac{\varepsilon}{2}$, le système est donc certainement réversible et la pression de dissociation atteindra 760^{mm} à une température voisine de $357° + \frac{\varepsilon}{0,064}$ ou en degrés centigrades $84° + \frac{\varepsilon}{0,064}$.

En admettant, pour ε, 4^{cal}, nombre certainement supérieur à la réalité, on obtiendrait comme température normale de dissociation 146°. La valeur réelle doit donc être comprise entre les deux nombres 84° et 146°.

J'ai vérifié que toutes ces prévisions sont en parfait accord avec les faits.

1° Le gaz chlorhydrique est absorbé par le sulfate de cadmium, à froid; en faisant le vide, on produit la réaction inverse, il y a dégagement de gaz chlorhydrique. La réaction est donc bien réversible.

2° J'ai déterminé les pressions de dissociation :

t.	P.	t.	P.
°	mm	°	mm
65,6	68,7	107,7	558,3
80,2	158,4	117	697,0
100	386,6	121	760,0

La pression de dissociation est donc normale à 121°, quantité comprise entre 84° et 126°.

3° La connaissance de cette température entraîne pour Σ la valeur $2^{cal},3$. J'ai cherché à déterminer cette valeur; sa mesure expérimentale présente de grandes difficultés.

Tout d'abord, quelle est la combinaison sulfurique formée? Le sulfate de cadmium se dissout à chaud dans l'acide concentré qui laisse déposer par refroidissement de fines aiguilles soyeuses dont la composition correspond à la formule $SO^4Cd.2,5SO^4H^2$.

SO^4H^2.	
Trouvé.	Calculé.
76,32	75,71

L'acide sulfurique retenu par le sel a pour effet d'augmenter la teneur en acide.

J'ai essayé de déterminer la chaleur de formation de ce sel acide et j'ai trouvé la valeur approchée de $4^{cal},7$:



$$2,5\,SO^4H^2_{sol.} + SO^4Cd_{sol.} = SO^4Cd.2,5\,SO^4H^2_{sol.} + 4^{cal},7,$$

soit par molécule d'acide sulfurique $1^{cal},88$, nombre qui concorde assez bien avec la valeur déduite de la courbe de dissociation, soit $2^{cal},3$.

Il n'est pas évident que le sulfate acide de cadmium, formé dans l'étude définitive, soit identique à ce dernier sulfate acide préparé dans des conditions un peu différentes; mais, ce qui est absolument certain, c'est que la chaleur de formation de ces sulfates acides est à peu près du même ordre de grandeur.

L'étude du système gaz chlorhydrique-sulfate de cadmium satisfait donc entièrement aux lois précédemment énoncées.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide phosphorique en présence d'acide silicique colloïdal.* Note de MM. **P. Mélikoff** et **M. Becaia.**

Dans une Note antérieure (1), l'un de nous a décrit une méthode pour séparer les phosphomolybdates d'avec les silicomolybdates. Nous avons trouvé que la même méthode peut être employée avec avantage pour le dosage de l'acide phosphorique en présence d'acide silicique colloïdal. Le fait que la méthode usuelle donne dans ces conditions des résultats erronés ressort clairement des expériences suivantes :

Deux portions de 50^{cm^3} d'une solution de phosphate disodique, renfermant $0^g,1211$ de P^2O^5, ont été additionnées chacune de 50^{cm^3} de silice colloïdale renfermant $0^g,581$ de SiO^2. Les deux essais ont été précipités par le réactif molybdique et, après dissolution des précipités dans l'ammoniaque, l'acide phosphorique a été dosé au moyen de la mixture magnésienne. Obtenu : $0^g,1725$ et $0^g,2067$ P^2O^5 au lieu de $0^g,1211$. Le réactif molybdique a donc entraîné des quantités notables de silice.

Les résultats sont tout autres si l'on a recours à la séparation du phosphomolybdate d'avec le silicomolybdate à l'aide du réactif permolybdique (*voir* la Note mentionnée plus haut).

(1) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1478.

Dans deux essais parallèles opérés comme il a été décrit ci-dessus, les précipités formés par le mélange de phosphomolybdate et de silicomolybdate ont été traités à quatre reprises par le réactif permolybdique (volumes égaux de peroxyde d'hydrogène à 30 pour 100 et de nitromolybdate d'ammoniaque à 15 pour 100) pendant 24 heures. Après avoir séparé les précipités par le filtre et lavé au réactif permolybdique, on a chauffé les portions filtrées à la température de 40° à 50° pour détruire le peroxyde d'hydrogène en excès et dosé l'acide phosphorique par la mixture magnésienne. Obtenu : 0g,1193 et 0g,1209 P^2O^5 au lieu de 0g,1211.

Il résulte de ces expériences que la séparation du phosphomolybdate d'avec le silicomolybdate au moyen du réactif permolybdique permet de doser très exactement l'acide phosphorique en présence d'acide silicique colloïdal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie éthylénique du bichlorure d'acétylène.* Note de M. G. Chavanne.

La littérature chimique décrit deux bichloroéthylènes. L'un bout à 33°,5-35°; ses deux atomes de chlore sont fixés au même atome de carbone. L'autre, de structure symétrique, le bichlorure d'acétylène, bout à 55°. La stéréochimie permet de prévoir que ce dernier doit exister sous deux formes distinctes. En fait, Keiser [1] a montré que l'on peut préparer deux biiodures d'acétylène : le plus anciennement connu, le biiodure solide fondant à 73°, est l'isomère fumarique; l'autre, liquide à la température ordinaire, est l'isomère maléique. Mais l'isomérie correspondante du bichlorure d'acétylène n'a pas été signalée.

Le bichlorure d'acétylène commercial vendu avec la mention Ébullition 52° ou Ébullition 55°, suivant l'origine, n'est pas un corps pur. Il distille sans arrêt entre 45° et 61°. L'emploi d'une colonne de Young à huit sections m'a permis d'effectuer son fractionnement. En mettant à part une tête de distillation très volatile qui ne constitue qu'une partie très minime de l'ensemble, les bichlorures d'acétylène commerciaux sont formés par un mélange, en proportions grossièrement équivalentes, de deux liquides bouillant l'un à 49°, l'autre à 60°,2, sous 760mm. Le dosage des éléments et la détermination du poids moléculaire montrent qu'il s'agit bien là de deux isomères correspondant à la formule $C^2H^2Cl^2$.

---

(1) Keiser, *American chemical Journal*, t. XXI, p. 261.

La fixation du chlore sur l'acétylène, régularisée par l'emploi du pentachlorure d'antimoine, donne donc naissance simultanément aux deux bichlorures isomères prévus par la théorie.

Tous deux sont capables de fixer dans les mêmes conditions deux atomes de brome. A l'obscurité ou à la lumière diffuse la fixation n'a pratiquement pas lieu; mais elle s'effectue violemment et instantanément à la lumière solaire.

Les deux bromures que j'ai obtenus ainsi sont identiques. Leur température d'ébullition commune est 195° sous 760^{mm}; 79°-79°,5 sous 15^{mm}. Ils fondent tous deux à — 26°. Amenés à l'état de surfusion, chacun d'eux cristallise par l'introduction d'un germe cristallin de l'autre.

Cette identité est inattendue. La stéréochimie indique que, de ces deux dichlorodibromoéthanes symétriques, l'un doit être un inactif indédoublable, l'autre un racémique. Leurs constantes physiques devraient être distinctes.

Il me semble probable qu'une isomérisation doit se produire au moment de la fixation du brome sur l'un des bichlorures d'acétylène. J'espère pouvoir bientôt élucider ce point et déterminer la formule spatiale de chacun des isomères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation catalytique des alcools forméniques par voie humide au moyen de l'acide sulfurique.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Georges Lemoine.

Les réactions catalytiques par voie humide m'ont fourni le sujet d'un certain nombre de communications, parmi lesquelles je signalerai la Note où je montrais que le sable et, surtout, le sulfate d'alumine étaient des adjuvants catalytiques de l'acide sulfurique pour la préparation des carbures éthyléniques à partir des alcools (¹). D'autre part, dans des recherches faites en commun avec M. Aboulenc, et qui se poursuivent, nous avons constaté que l'acide sulfurique était un catalyseur remarquable d'éthérification (²). Je me suis dès lors demandé si, dans la préparation des carbures éthyléniques, cet acide n'intervenait pas simplement comme catalyseur, au lieu d'être un absorbant d'eau, comme semblerait l'indiquer la forte dose de SO^4H^2 qu'on emploie dans cette préparation. J'ai été ainsi

(¹) J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, t. 151, p. 392.

(²) Senderens et Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1671 et 1855; t. 153, p. 881.

amené à étudier l'action catalytique de l'acide sulfurique sur les alcools forméniques et cycliques; il ne sera question que des premiers dans cette Note.

I. Alcools tertiaires. — Mes recherches ont débuté par ces alcools qui, plus faciles à déshydrater que les autres, paraissaient devoir mieux se prêter à l'action catalytique de SO^4H^2.

Alcool butylique tertiaire $(CH^3)^2 = COH - CH^3$ (triméthylcarbinol). — Cet alcool, le plus simple des alcools tertiaires, bout à 83°, et ne commence à être décomposé par la chaleur qu'au-dessus de 300°. Ce triméthylcarbinol a été additionné de 3 à 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2, et mis à bouillir dans un ballon communiquant avec un réfrigérant ascendant dont le tube intérieur aboutissait à une éprouvette reposant sur l'eau (dispositif A). Dès les premiers moments d'ébullition, il s'est produit un dégagement régulier d'isobutylène pur $(CH^3)^2 = C = CH^2$.

Alcool amylique tertiaire $(CH^3)^2 = COH - CH^2 - CH^3$ (diméthyléthylcarbinol). — J'ai porté à l'ébullition (102°) cet alcool additionné de 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2, dans un ballon muni d'un tube Vigreux, lequel était relié à un réfrigérant de Liebig (dispositif B). J'ai recueilli un liquide très mobile qui, après dessiccation sur le chlorure de calcium, a distillé tout entier vers 36°, point d'ébullition du triméthyléthylène $(CH^3)^2 = C = CH - CH^3$. La déshydratation de l'alcool a donc été intégrale.

II. Alcools secondaires. — Le plus simple de ces alcools, l'alcool isopropylique $CH^3 - CHOH - CH^3$, en se déshydratant, devrait donner du propylène gazeux. Or, en faisant bouillir le mélange de cet alcool avec 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2 (dispositif A), je n'ai pas observé le moindre dégagement de gaz; ce qui montre qu'à la température de 85° où bout l'alcool isopropylique, l'acide sulfurique n'exerce aucune action catalytique sur cet alcool.

Alcool amylique secondaire $CH^3 - CHOH - CH^2 - CH^2 - CH^3$ (méthylpropylcarbinol). — Cet alcool, qui bout à 118°, a été chauffé avec 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2, dans le dispositif B. L'ébullition de ce mélange a fourni un liquide dont les $\frac{4}{5}$ ont distillé au-dessous de 50°, et, après dessiccation, de 36° à 40°, points d'ébullition des deux pentènes 1 et 2, prévus dans cette déshydratation.

Alcool octylique secondaire $CH^3 - (CH^2)^5 - CHOH - CH^3$ (octanol-2). — Dans les mêmes conditions que le précédent, cet alcool qui bout vers 180° se déshydrate complètement avec la plus grande facilité. J'ai recueilli un liquide très mobile, surnageant au-dessus d'une couche d'eau et qui a distillé de 120° à 123°; c'est un mélange des deux octènes β et α prévus par la théorie.

III. Alcools primaires. — Par leur ébullition avec 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2 (dispositif A), les alcools *éthylique*, *propylique*, *isobutylique* ne donnent lieu à aucun dégagement de gaz, ce qui exclut la formation des carbures éthyléniques correspondants, qui sont gazeux à la température ordinaire.

Avec l'*alcool isoamylique* $(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH^2OH$ qui bout à 131°, la déshy-

dratation catalytique par SO^4H^2 est fort douteuse, car la petite quantité de carbure liquide, que l'on trouve dans le liquide recueilli, semble ne se produire qu'à la fin de l'opération, lorsque par le départ de la majeure partie de l'alcool l'acide sulfurique s'est concentré suffisamment dans les portions qui restent pour les décomposer.

L'*octanol primaire*, au contraire (octanol α), qui bout vers 190°, se déshydrate aisément par l'action catalytique de SO^4H^2, à la dose de 4 pour 100, en volume (dispositif B). Le liquide obtenu, séparé de la couche d'eau, distille, pour un cinquième environ, vers 122°, point d'ébullition de l'octène α. Le thermomètre monte ensuite rapidement vers 280°, et tout le liquide passe de 282° à 285°, ce qui indique la formation du dimère de l'octène, $C^{16}H^{32}$, entrevu par Bouis dans l'action prolongée de l'acide sulfurique à froid sur l'octylène [1].

Conclusion. — Il résulte de cet exposé que la déshydratation catalytique par SO^4H^2 se fait pour les alcools tertiaires dès le premier terme de la série, tandis qu'elle ne commence qu'au terme en C^5 pour les alcools secondaires, et à un terme plus élevé pour les alcools primaires. Ces divergences s'expliquent si l'on songe que l'activité catalytique de l'acide sulfurique, comme celle de tous les catalyseurs, ne se manifeste qu'au-dessus d'une certaine limite de température. Pour les alcools tertiaires, cette limite est assez basse, puisque, à 83°, qui est son point d'ébullition, le triméthylcarbinol est complètement transformé en isobutylène. La limite s'élève avec les alcools secondaires, et de là vient que l'alcool isopropylique, qui bout à 85°, n'est pas déshydraté par SO^4H^2, dont l'action catalytique sur cette série d'alcools ne paraît commencer que vers 118°, point d'ébullition de l'acide amylique secondaire. Enfin, avec les alcools primaires, la limite s'élève encore, car l'alcool isoamylique primaire, en présence de SO^4H^2, toujours employé à la dose de 3 à 4 pour 100, en volume, reste inaltéré à la température de son ébullition, 131°.

D'après cette interprétation, si l'acide sulfurique s'est montré catalytiquement inactif vis-à-vis des termes inférieurs de la série des alcools secondaires et primaires portés à l'ébullition, c'est parce que leur ébullition se fait à une température trop basse. On élèvera la température en augmentant la proportion d'acide sulfurique, et l'on s'explique ainsi les fortes doses de cet acide que l'on est obligé d'employer pour la préparation de l'éthylène, alors qu'une minime quantité seulement intervient pour effectuer catalytiquement la réaction.

---

(1) Bouis, *Ann. Chim. Phys.*, t. XLIV, p. 114.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les endoazoïques.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. A. Haller.

Jusqu'ici mes recherches sur les endoazoïques (*Comptes rendus*, t. 146, p. 1407) n'avaient donné de résultats positifs que dans le cas de composés *o.o*-diaminés du diphénylméthane possédant en para des groupements carbonés; aussi était-il nécessaire de s'assurer que la réaction se vérifiait encore si l'on remplaçait ces groupements par des radicaux électronégatifs non carbonés. Il m'a été facile de substituer le chlore à ces groupements carbonés et d'obtenir ainsi avec un excellent rendement l'*o.o*-bisendoazo-*p.p*-dichlorodiphénylméthane.

Mes recherches ont également porté sur le cas où le dérivé du diphénylméthane ne possédait qu'un seul groupement aminé en ortho. J'ai alors constaté que, si le noyau est substitué électronégativement, la formation d'endoazoïque se produisait encore, et qu'elle n'avait lieu, bien entendu, que sur un seul côté de la molécule. C'est ainsi qu'en opérant sur deux dérivés nitrés de l'*o*-aminodiphénylméthane, j'ai pu préparer directement les monoendoazoïques correspondants.

Les composés bisendoazoïques, comme on a pu le remarquer, comportent deux noyaux identiques de la forme

$$\begin{matrix} -\mathrm{C} & \text{———} & \mathrm{C}\diagdown \\ \| & & | \\ -\mathrm{C} & \text{—}\mathrm{N}= & \mathrm{N} \end{matrix}$$

Or, tandis que l'un réagit à la façon d'un diazoïque (voir l'action sur les acides minéraux), l'autre possède les propriétés d'un azoïque; ces composés sont, en quelque sorte, des azodiazoïques. Dans les monoendoazoïques, la fonction azoïque existe seule, ils sont donc sans action sur les acides minéraux.

Les monoendoazoïques nitrés possèdent la propriété particulière de donner des sels, qui, très peu solubles, permettent de purifier facilement les composés. Il est vraisemblable que le dernier hydrogène du radical méthylénique, par suite de la présence dans la molécule de nombreux groupements électronégatifs, devienne facilement remplaçable par un métal et permette ainsi la formation d'une combinaison saline.

o.o-Bisendoazo-p.p-dichlorodiphénylméthane. — L'*o.o*-amino-*p.p*-dichlorodiphénylméthane, préparé suivant les indications de Mascarelli [1], est mis en solution sulfurique, puis diazoté. On porte quelques minutes à 80°, on essore, lave et fait

(1) Mascarelli, Toschi, Zamboni, *Atti r. Accad. Lincei*, t. XIX, 2e série, 1910, p. 338.

cristalliser dans la pyridine. Cristaux orangés, peu solubles dans les solvants organiques et se décomposant vers 300°. *Formule :* $ClH^3C^6-N=N\langle C \rangle N=N-C^6H^3Cl$.

Nitro-o-acétylaminodiphénylméthanes. — 25g d'*o*-acétylaminodiphénylméthane, obtenus par action de l'anhydride acétique sur 21g d'*o*-aminodiphénylméthane, sont ajoutés peu à peu à un mélange maintenu vers 5° à 6°, brassé mécaniquement et composé de 200g d'acide sulfurique concentré, et de 35g d'acide azotique fumant. On verse sur la glace, on essore et l'on épuise par 250cm³ d'alcool. Le résidu insoluble est cristallisé en fractionnant, successivement dans l'alcool et dans l'anhydride acétique. On peut ainsi isoler deux composés nitrés purs : un dinitro-*o*-acétylaminodiphénylméthane fondant à 265° et un trinitro-*o*-acétylaminodiphénylméthane fondant à 213°.

Saponification et diazotation. — On désacétyle ces nitro-*o*-acétylaminodiphénylméthanes en les faisant bouillir avec l'acide chlorhydrique. Tout entre en solution, on laisse refroidir, puis on essore les cristaux formés. Ces cristaux de chlorhydrate de nitro-*o*-aminodiphénylméthane sont transformés par l'acide sulfurique concentré en sulfate de la même base, et rendus ainsi plus solubles. On dilue, on diazote ensuite vers 30° par le nitrite de soude, puis on chauffe 4 heures vers 50° et l'on essore. On purifie le composé ainsi obtenu en faisant cristalliser son sel de potassium, très peu soluble dans l'eau froide, et l'on en précipite ensuite le produit vers 60° par un courant de gaz carbonique.

Suivant qu'on est parti du dinitro-*o*-acétylaminodiphénylméthane ou du trinitro-*o*-acétylaminodiphénylméthane, on termine en faisant cristalliser le produit dans la pyridine ou dans le benzène.

On obtient ainsi, dans le premier cas, le dinitro-*o*-endoazodiphénylméthane de formule $(NO^2)^2=C^{12}H^7(=CH-)-N=N$ fondant à 324°, et, dans le second cas, le trinitro-*o*-endoazodiphénylméthane de formule $(NO^2)^3\equiv C^{12}H^6(=CH-)-N=N$ fondant à 248°.

BOTANIQUE. — *Sur les caractères généraux des genres de Mélobésiées arctiques et antarctiques.* Note de Mme **Paul Lemoine**, présentée par M. Mangin.

La Mission Charcot m'a fait l'honneur de me confier la détermination des algues calcaires (Mélobésiées) récoltées avec beaucoup de soin par M. L. Gain, lors de la dernière expédition antarctique. J'ai été ainsi conduite à faire, au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum d'Histoire naturelle, la revision de toutes les Mélobésiées provenant des missions antarctiques antérieures; divers musées étrangers m'ont facilité ce travail

en me communiquant des échantillons. Ces recherches m'ont amenée à formuler quelques remarques d'ordre général que j'exposerai ici.

Jusqu'à présent, aucun travail d'ensemble n'a eu pour objet la comparaison des espèces polaires et subpolaires avec celles du reste du globe d'une part, et d'autre part la comparaison des Mélobésiées arctiques et antarctiques.

Dans les régions tempérées et tropicales les Mélobésiées sont représentées par un certain nombre de genres; chacun d'eux a une répartition plus ou moins vaste, mais aucun n'est exclusivement localisé. Tous ne se retrouvent pas dans les régions polaires; deux genres seulement, *Lithothamnium* et *Lithophyllum*, constituent la flore des Mélobésiées des régions arctiques et antarctiques. Dans ces deux régions polaires, la proportion des espèces est d'ailleurs très sensiblement la même. Dans les régions antarctiques (comprises dans un sens large avec la Terre de Feu et les îles voisines, l'île Kerguelen, etc.), j'ai noté l'existence de 14 espèces de *Lithothamnium* et 5 espèces de *Lithophyllum*. J'ai fait un relevé analogue pour les régions arctiques (en y comprenant le Spitzberg, le Groenland, le nord de la Norvège, etc.); j'y ai noté 16 espèces de *Lithothamnium* (1) et 2 espèces de *Lithophyllum*.

Au point de vue anatomique, les *Lithothamnium* montrent, dans les régions polaires, les mêmes caractères que dans les régions tempérées. Il n'en est pas de même pour les *Lithophyllum* qui sont représentés par des formes aberrantes comme structure.

J'ai déjà montré que chez certains *Lithophyllum*, parmi lesquels figure le type du genre, le tissu de base, ou hypothalle, est formé d'éventails disposés concentriquement; chaque éventail est constitué par une seule rangée de cellules. Or, ces *Lithophyllum* typiques font absolument défaut dans les régions arctiques et ne sont représentés dans les régions antarctiques que par une seule espèce de la Terre de Feu, *L. rugosum*.

Les *Lithophyllum* polaires appartiennent donc à des types plus ou moins aberrants au point de vue de la structure. On peut les classer en plusieurs groupes ou sous-genres d'après les caractères fournis par l'hypothalle.

1. Un groupe de *Lithophyllum* réunit des espèces dans lesquelles l'hypothalle fait défaut et n'est représenté que par une seule rangée de petites cellules. A ce groupe

(1) En réalité il a été décrit un plus grand nombre d'espèces arctiques; mais l'étude de plusieurs d'entre elles m'a prouvé qu'on avait séparé, sous des noms spécifiques différents, des formes d'une même espèce.

appartiennent des espèces tropicales; dans l'Antarctique il est représenté par une espèce, *L. falklandicum;* au contraire, aucune espèce arctique ne rentre dans ce groupe.

2. A côté de ce groupe se place le sous-genre *Dermatolithon* dans lequel l'hypothalle est encore représenté par une rangée unique de cellules; mais les cellules sont très hautes et disposées obliquement par rapport aux files cellulaires constituant la croûte.

Le sous-genre *Dermatolithon* comprend des espèces tropicales et des espèces froides; dans les régions polaires, il est représenté par trois espèces: deux espèces arctiques, *D. Laminariæ*, *D. Crouani;* une espèce antarctique, *D. conspectum*.

3. Parmi les cinq espèces de *Lithophyllum* antarctiques, deux m'ont montré des caractères spéciaux, différents de ceux que j'avais eu l'occasion d'étudier jusqu'ici et qui ont motivé la création d'un nouveau sous-genre, *Antarcticophyllum*. Dans ce sous-genre, l'hypothalle existe, mais il diffère absolument de l'hypothalle typique; il est constitué par des files cellulaires distinctes et rappelle celui des *Lithothamnium*, des *Archæolithothamnium* et des *Porolithon*. Les espèces *L. æquabile* Fosl. et *L. subantarcticum* Fosl. rentrent dans ce sous-genre.

Enfin l'étude des algues antarctiques m'a conduite également à grouper un petit nombre d'espèces appelées à tort *Lithophyllum* et dont les caractères anatomiques n'ont rien de commun avec aucune des trois sections précédentes. Elles possèdent un hypothalle réduit et un périthalle formé de files cellulaires distinctes, tandis que dans les vrais *Lithophyllum* les cellules du périthalle forment toujours, au moins pendant un certain temps, des rangées concentriques: ce sont les *Pseudolithophyllum* nov. g.

En résumé, les Mélobésiées des régions arctiques et antarctiques appartiennent aux trois genres *Lithothamnium*, *Lithophyllum*, *Pseudolithophyllum;* mais aucun de ces genres ne leur est spécial. Cependant, les espèces de *Lithophyllum* des régions polaires offrent des caractères spéciaux intéressants à signaler; les *Lithophyllum* typiques ne dépassent pas l'Irlande dans l'Hémisphère Nord, et la Terre de Feu dans l'Hémisphère Sud; les espèces polaires, sauf une, se répartissent dans deux sous-genres: *Dermatolithon* et *Antarcticophyllum* nov. s. g., ce dernier sous-genre spécial aux régions antarctiques.

Au point de vue de la comparaison des régions arctiques et antarctiques on notera:

1° Qu'il n'existe pour ainsi dire aucune espèce commune aux deux régions;

2° Que les genre et sous-genre *Pseudolithophyllum* et *Antarcticophyllum* ne sont pas représentés dans les régions arctiques ;

3° Qu'il existe une différence notable dans l'aspect des Mélobésiées des deux régions ; elles forment, dans les régions arctiques, des bancs sous-marins très développés, formés en grande partie d'espèces ramifiées ; au contraire, dans l'Antarctique, elles se présentent sous l'aspect de croûtes très minces fixées aux rochers; il n'existe qu'une seule espèce ramifiée (détroit de Magellan).

Le seul caractère commun aux deux régions serait la rareté des espèces épiphytes.

La différence des Mélobésiées arctiques et antarctiques est donc assez grande pour être signalée.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Études sur le cancer des Souris. Propriétés humorales différentes chez des Souris réfractaires de diverses lignées.* Note de MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier**.

Nous avons montré [1] qu'il faut faire une place, dans l'étude du cancer expérimental de la Souris, à un facteur hérédité. Opérant avec la tumeur B, nous avons isolé dans notre élevage deux lignées : l'une, la *lignée pauvre*, est composée de Souris dont la descendance ne donne comme proportion de petits susceptibles de prendre la greffe que 16 à 17 pour 100 ; tandis que l'autre, la *lignée riche*, donne un pourcentage de prises considérable, plus de 80 pour 100. Ces résultats se sont maintenus constants et ont été rigoureusement contrôlés durant toute l'année 1911.

Nous avons montré également que la propriété de donner une lignée pauvre ou riche est inhérente au patrimoine génotypique des parents, mais n'a aucun rapport avec leur réaction personnelle vis-à-vis de la greffe (si l'on ne considère que le résultat définitif, c'est-à-dire la prise ou la non prise). Ainsi, des Souris réfractaires appartenant à une lignée riche donnent une progéniture qui fournit le même pourcentage de succès que celle qui provient de Souris de lignée pauvre. Il y a, dans ce fait ainsi présenté, quelque chose d'un peu paradoxal ; en effet des Souris réfractaires, les

(1) L. Cuénot et L. Mercier, *Études sur le cancer des Souris. L'hérédité de la sensibilité à la greffe cancéreuse* (*Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1443). — L. Cuénot et L. Mercier, *L'hérédité de la sensibilité à la greffe cancéreuse chez les Souris. Résultats confirmatifs* (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. 69, 1910, p. 645).

unes de lignée riche, les autres de lignée pauvre, sont rigoureusement identiques si l'on ne considère que le résultat brutal de la greffe, c'est-à-dire la non prise ; et cependant leurs descendances sont très différentes. Nous pouvions donc nous demander si ces Souris sont somatiquement aussi identiques qu'elles le paraissent dans leur réaction vis-à-vis de la greffe ; ou si, au contraire, elles ne présentent pas des différences très délicates qui sont restées inaperçues jusqu'alors.

Après des tâtonnements qui ont duré plus d'un an, nous avons réalisé une série d'expériences dont nous allons exposer très brièvement les résultats.

Cependant, avant d'aborder l'exposé des faits qui font l'objet de la présente Note, nous dirons encore que la technique que nous utilisons pour la mise en place des greffes nous permet de considérer comme réfractaire une Souris qui ne prend pas la greffe à la suite d'une première inoculation; c'est un fait que nous avons vérifié expérimentalement un nombre considérable de fois.

I. *Expérience préliminaire.* — Nous mettons en place des fragments de tumeur dans le tissu conjonctif lâche sous-cutané de Souris réfractaires (réfractaires de lignée pauvre et de lignée riche). Après 4 jours, nous reprenons ces fragments et ils nous servent à inoculer des Souris de lignée riche (c'est-à-dire donnant au moins 80 pour 100 de prises). L'expérience répétée un certain nombre de fois a donné les résultats suivants :

5 Souris, inoculées avec des fragments ayant séjourné sur des Souris réfractaires de lignée pauvre, ont toutes pris la greffe;

6 Souris, inoculées avec des fragments ayant séjourné sur des Souris réfractaires de lignée riche, prennent toutes également la greffe.

Au total, 11 inoculations, 11 prises. Cette expérience démontre donc qu'on peut faire séjourner pendant 4 jours des fragments de tumeur sur des Souris réfractaires et que ces fragments reportés sur des Souris de lignée riche sont susceptibles de se développer. Il était indispensable que ce fait fût établi avant d'entreprendre l'expérience suivante.

II. *Les réfractaires de lignée pauvre.* — On pratique tout d'abord une inoculation sur des Souris réfractaires de lignée pauvre ; naturellement le fragment mis en place ne pousse pas et se résorbe. Au bout de 15 jours, la résorption est complète ; à ce moment, nous introduisons des fragments de tumeur dans le tissu conjonctif souscutané. Ces fragments sont repris après 4 jours et servent à inoculer 14 Souris de lignée riche ; aucune ne prend la greffe.

Ce résultat est bien différent de celui obtenu dans l'expérience précédente ; d'une part, 14 inoculations, 0 prise ; d'autre part, 11 inoculations, 11 prises. On doit donc admettre que les fragments ont été tués par un séjour de 4 jours dans les conditions indiquées.

III. *Les réfractaires de lignée riche.* — Des Souris réfractaires de lignée riche sont inoculées; les fragments ne poussent pas; au bout de 15 jours, ils sont résorbés. A ce moment, nous introduisons des fragments de tumeur dans le tissu conjonctif sous-cutané de ces Souris. Les fragments, repris au bout de 4 jours, servent à inoculer 11 Souris de lignée riche; sur ces 11 Souris, 5 prennent la greffe. Les fragments ont donc été partiellement touchés par leur séjour sous la peau, ce qui explique que le nombre de prises est inférieur au pourcentage que fournissent les Souris de notre lignée riche. Mais si l'on met en parallèle les chiffres fournis par cette expérience (11 inoculations, 5 prises) et ceux fournis par l'expérience précédente (14 inoculations, 0 prise), on est en droit d'admettre que des Souris réfractaires présentent des propriétés différentes vis-à-vis de fragments de tumeur placés pendant 4 jours sous leur peau, suivant qu'elles sont de lignée riche ou de lignée pauvre.

Conclusion. — En résumé, des Souris réfractaires qui diffèrent déjà par leur descendance, suivant qu'elles sont de lignée pauvre ou de lignée riche, présentent des différences somatiques qu'on peut mettre en évidence par une expérience délicate, mais dont le résultat est bien démonstratif. La variation porte sur des propriétés humorales et phagocytaires très nettement accusées chez les réfractaires de lignée pauvre.

Actuellement, nous songeons à utiliser ces propriétés pour obtenir une substance immunisante vis-à-vis de la tumeur B.

BACTÉRIOLOGIE. — *Influence de la nature des gaz dissous dans l'eau sur la vitalité des microbes. Cas du B. typhique.* Note de MM. **A. Trillat** et **Fouassier**, présentée par M. Roux.

La présence de certains gaz dissous dans l'eau exerce sur les microbes les mêmes influences activantes ou paralysantes que celles que l'un de nous a déjà signalées dans l'air, dans plusieurs Notes précédentes [1]; mais le phénomène revêt dans le cas de l'eau, un caractère de netteté encore plus précis.

Les expériences que nous allons citer, non seulement confirment d'une manière générale cette action conservatrice ou antiseptique, mais elles apportent des indications intéressantes concernant le mode de contamination dans l'eau. Les expériences suivantes démontrent cette action :

I. Deux ballons de 200^{cm^3} à long col, bouchés par des tampons de ouate, sont reliés par un tube horizontal de 20^{cm} de long. Le premier contient 25^{cm^3} de bouillon ense-

[1] *Comptes rendus*, 15 janvier 1912; 5 février 1912.

mencé par du *B. Proteus*; le deuxième contient 100$^{cm^3}$ d'eau distillée et stérilisée, additionnée d'une goutte d'une émulsion aqueuse très étendue de *B. Prodigiosus* provenant d'un raclage d'une culture sur gélose. Un autre ballon de même capacité et de la même forme, servant de témoin, renferme également 100$^{cm^3}$ de la même eau que le ballon d'essai. Après 48 heures, à la température du laboratoire, le bouillon commence à se troubler. On interrompt la communication entre les deux ballons et, après 24 heures, on pratique la numération comparative des liquides du ballon témoin et du ballon d'essai.

Le Tableau suivant donne pour six expériences le nombre de colonies obtenues dans les deux cas :

Expériences.	Eau témoin.	Essai.
	col.	col.
1.	400	1100
2.	170	900
3.	125	∞
4.	350	∞
5.	300	700
6.	80	200

II. On fait passer pendant 1 heure, dans 100$^{cm^3}$ d'eau distillée et stérilisée, un courant d'air filtré ayant traversé 500$^{cm^3}$ de bouillon ensemencé la veille par le *B. Proteus*. On répète la même opération avec un barbotage d'air normal et filtré pris hors du laboratoire, sur 100$^{cm^3}$ d'eau servant de témoin. Ces liquides, témoins et essais, également répartis dans des tubes stérilisés, sont additionnés de 1 goutte d'une émulsion aqueuse extrêmement étendue du microbe choisi pour l'expérience. Les tubes sont abandonnés pendant plusieurs heures ou plusieurs jours et l'on en pratique comparativement l'ensemencement à plusieurs reprises.

Le Tableau suivant donne les résultats d'une expérience choisie comme exemple et dans laquelle on a étudié l'influence de gaz dissous dans l'eau sur le Coli-bacille et le B. typhique; les observations ont été faites 12 heures après l'ensemencement. La durée du contact des germes avec les eaux d'essai et les eaux témoins a été de 1 jour à 4 jours.

	I. — Coli-bacille.				II. — B. typhique.				III. — Effet antiseptique B. coli	
	1 jour de contact.		2 jours de contact.		1 jour de contact.		2 jours de contact.		4 jours de contact.	
	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.	T.	E.
1...	—	+	—	+	—	+	—	+	+	—
2...	+	+	—	+	+	—	—	+	+	—
3...	+	+	—	+	+	+	—	+	+	—
4...	—	+	—	+	—	+	—	+	+	—
5...	—	+	—	+	—	+	—	+	+	—
6...	+	+	—	+	—	—	—	+	+	—

Les différences sont très nettes en faveur des liquides d'essais; elles augmentent

avec la durée de contact. En outre, quand celui-ci se prolonge plus longtemps, on constate souvent que les microbes meurent d'abord dans l'eau témoin. Comme d'habitude, on observe des effets antiseptiques (III) quand l'action des gaz est trop prolongée ou quand ceux-ci contiennent un excès d'ammoniaque ou d'hydrogène sulfuré.

III. L'influence conservatrice des eaux contenant en dissolution de l'air putride ressort d'une façon encore plus frappante, lorsqu'on pratique la numération d'un échantillon de 100^{cm^3} d'eau tenant en suspension du Colibacille et dans lequel on fait passer pendant quelques minutes un courant d'air ayant barboté dans un bouillon ensemencé par le *B. Proteus*. Le témoin est constitué par la même eau dans laquelle on a fait barboter pendant un même temps de l'air normal.

La numération des quatre essais suivants a été pratiquée 2 jours et 10 jours après l'expérience :

	Colonies initiales par cm³.	Après 2 jours.		Après 10 jours.	
		T.	E.	T.	E.
1.............	7000	15000	36000	400	∞
2.............	1200	13000	∞	950	∞
3.............	2000	1900	∞	1100	∞
4.............	∞	∞	∞	800	∞

Comme précédemment, le phénomène est d'autant plus net que les germes sont restés plus longtemps en contact avec le liquide.

Toutes ces expériences permettent de conclure que la composition gazeuse de l'eau joue un rôle important dans la multiplication et la conservation des microbes pathogènes. De même que pour l'air, l'eau peut donc constituer vis-à-vis d'eux un milieu plus ou moins favorable selon la nature et la proportion des gaz dissous. Il est à remarquer que, dans le cas de contamination de l'eau, les microbes s'y trouvent, comme dans nos expériences, à des doses extrêmement diluées et privés d'aliments, état qui les rend d'autant plus aptes à subir l'influence des gaz.

En se plaçant au point de vue de l'analyse de l'eau et surtout de la recherche du bacille d'Eberth, la présence de ces gaz ainsi que celle des microbes de la décomposition qui les engendrent prennent une signification plus importante.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les phénomènes lumineux particuliers qui accompagneraient les grands tremblements de terre.* Note ([1]) de M. F. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Barrois.

De nombreuses relations de grands tremblements de terre décrivent des phénomènes lumineux particuliers, d'ailleurs d'aspect varié, qui les auraient accompagnés au même instant, ou les auraient précédés ou suivis à des intervalles de temps plus ou moins longs. Bien des sismologues en nient la réalité et, en fait, il en est fort peu dont la description présente un caractère véritablement scientifique. Ignazio Galli ([2]) a réuni dans un travail d'ensemble toutes les relations connues, se rapportant à 148 grands tremblements de terre. De sa lecture ne se dégage rien de convaincant, l'auteur le reconnaît lui-même, et la question reste entière autant qu'obscure.

Le désastre du 16 août 1906, au Chili, fournit une bonne occasion d'étudier le problème parce que, ces manifestations lumineuses faisant partie du questionnaire lancé par la Commission d'étude du tremblement de terre, il y a été fait 135 réponses.

Ces réponses peuvent se classer rationnellement comme il suit (les nombres entre parenthèses correspondant aux nombres des réponses de chaque catégorie) :

I. Observations formellement négatives (44). — II. Observations implicitement négatives (16). — III. Observations d'éclairs ordinaires sans autres phénomènes particuliers (38). — IV. Lueurs diffuses (13). — V. Phénomènes lumineux particuliers dus à des accidents connus d'origine artificielle (5). — VI. Phénomènes lumineux particuliers décrits comme boules de feu, aérolithes ou bolides (19).

Les 44 observations expressément négatives, soit 32,59 pour 100, ne manqueront pas d'attirer l'attention, beaucoup d'entre elles émanant des professeurs de lycées chargés des observations météorologiques dans les villes principales. Plusieurs contredisent intentionnellement d'autres informations affirmatives fournies par des personnes de la même ville.

16 réponses sont muettes sur ces phénomènes, quoique le questionnaire eût attiré

([1]) Présentée dans la séance du 29 janvier 1912.

([2]) *Raccolta e classificazione di fenomeni luminosi osservati nei terremoti* (*B. Soc. sism. ital.*, t. XIV, 1910, Modena).

spécialement l'attention sur eux. Elles représentent 11,85 pour 100 du total, et, en les considérant comme implicitement négatives, on arrive à un total de 44,44 pour 100 de négations, soit près de moitié.

38 réponses décrivent des éclairs ordinaires pour la nuit du 16 au 17 août, pendant laquelle régnait dans tout le Chili central et méridional une grande tempête. Peu d'observations en fixent l'heure relativement au tremblement de terre. Cela fait un total de 72,59 pour 100 d'observations défavorables à la production de phénomènes lumineux particuliers.

13 observations se rapportent à des lueurs diffuses dont la description ne diffère en rien de celle des éclairs dits *de chaleur*. Total 82,29 pour 100.

Enfin, 4 observations, faites à Santiago par des personnes habituées à l'observation des phénomènes naturels, rapportent avoir vu des manifestations lumineuses se produire exclusivement au moment de la chute générale des poteaux de soutien des fils télégraphiques, téléphoniques et de traction électrique, et au contact mutuel de ces fils. On conçoit l'ampleur de ces phénomènes dans une ville de 350000 âmes, dans laquelle sont extrêmement développés ces trois réseaux de communication. Les manifestations lumineuses dont il s'agit se sont reflétées sur une grande échelle contre la partie inférieure des nuées basses qui couvraient la ville et de cet ensemble est résulté l'exagération des relations qu'en ont faites les journaux. Une observation se réfère aux projections lumineuses lancées par les navires de guerre sur la ville de Valparaiso pour aider au sauvetage immédiat, l'éclairage électrique de cette ville s'étant éteint par la ruine des usines productrices d'électricité. Il ne reste plus dans ces conditions que 14,01 pour 100 d'observations de phénomènes lumineux spéciaux, chiffre qui, par sa seule faiblesse relative, suffit déjà à faire planer un doute sérieux sur leur réalité.

Les 19 observations restantes décrivent des boules de feu, des aérolithes ou des bolides. Nous savons la grande tempête orageuse qui régnait au Chili dans la nuit du tremblement de terre. Il a très bien pu se produire ici ou là des éclairs en boule. Quant à des bolides, à des aérolithes, ou même à des étoiles filantes (essaim des Perséides, 9 au 11 août), personne n'y trouvera de relation possible avec le séisme, si toutefois des phénomènes de ce genre ont eu réellement lieu, ce dont on doit douter, ces 19 observations affirmatives émanant toutes de personnes non habituées aux observations scientifiques et qui ont très bien pu être suggestionnées par le souvenir de la tempête et la lecture des journaux relatant emphatiquement de semblables manifestations, quand, plus tard, elles ont reçu le questionnaire de la Commission d'étude.

Enfin, la coïncidence d'une tempête et d'un tremblement de terre n'a rien que de très normal au Chili pendant le mois d'août, puisqu'il s'agit précisément de la saison d'hiver.

En résumé, on doit conclure formellement qu'au tremblement de terre désastreux du 16 août 1906 ne s'est produit aucun phénomène lumineux particulier et tout esprit non prévenu pensera qu'il en a été vraisemblablement de même pour les 148 tremblements de terre étudiés dans ce sens par I. Galli, pour lesquels de semblables manifestations ont été relatées sans critérium scientifique. *Ab uno disce omnes*, est-on tenté de dire.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mars 1912.

Résultats des Campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiées sous la direction et avec le concours de M. Jules Richard; Fascicule XXXV : *Poissons provenant des Campagnes du yacht « Princesse-Alice »* (1901-1910), par Eric Zugmayer; avec six planches. — Fascicule XXXVI : *Géphyriens (Sipunculides et Echiurides) provenant des Campagnes de la « Princesse-Alice »* (1898-1910), par G.-P. Sluiter; avec une planche. Imprimerie de Monaco, 1912. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

Tables annuelles des constantes et données numériques de Chimie, de Physique et de Technologie, publiées sous le patronage de l'Association internationale des Académies par le Comité international nommé par le VIIe Congrès de Chimie appliquée (Londres, 2 juin 1909), Secrétaire général : Ch. Marie; Volume I (année 1910). Paris, Gauthier-Villars; Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft; Londres, J. et A. Churchill; Chicago, University of Chicago Press, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Table des restes ρ *et* ρ' *permettant de trouver les facteurs premiers des nombres*

de 510 510 *à cent millions*, par ERNEST LEBON. Manuscrit in-folio oblong de 452 pages. 1er mars 1912. (Présenté par M. Darboux.) [Pour la Bibliothèque.]

Annales du Bureau central météorologique de France pour 1907, publiées par A. ANGOT, Directeur du Bureau; I. Mémoires. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

L'ensemble des Œuvres de M. HINRICHS en deux Volumes: I. *Études de Mécanique chimique. Moments d'inertie des molécules, température d'ébullition*, etc. II. *Recherches sur quelques météorites. Discussion des poids atomiques.* Saint-Louis, Mo., États-Unis. Recueil factice en 2 vol. in-4°. (Présenté par M. G. Lemoine.)

Observations sur l'histolyse et l'histogenèse dans la métamorphose des Vespides (*Polistes gallica* L.), par CHARLES PÉREZ. Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

Arxivs de l'Institut de Ciencies de Barcelone; any I, n° 1, 1er de novembre 1911. Barcelone; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Éléments d'une théorie cinétique des cristaux, par J. BECKENKAMP. (Extr. du *Bulletin de la Société française de Minéralogie;* t. XXXIV, décembre 1911.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Sur l'origine basque de la Constitution anglaise, par P.-W. STUART-MENTEATH. (Extr. du *Compte rendu du IVe Congrès de l'Union historique et archéologique du Sud-Ouest*, et présenté le 30 juillet 1911.) Biarritz, E. Soulé, 1912; 1 fasc. in-8°.

Sur les gisements métallifères des Pyrénées-Occidentales, 8e Partie. (Extr. de *Biarritz-Association.*) Biarritz, A. Lamaignère, E. Soulé, successeur, février 1912; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 11 mars 1912.)

Note de M. *Jean Escard*, Sur des dispositifs pratiques pour la détermination de la densité des corps solides de faible volume :

Page 694. Les clichés doivent être placés d'une façon inverse (la figure 1 à la place de la figure 2).

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

IN-4 (28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122**, à **127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément............ 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2ᵉ semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS) :

Paris.................. 30 fr.
Départements.................. 40 fr.
Union postale.................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.............. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............ 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.............. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend.............. 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Iʳᵉ Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIᵉ Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.............. 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2ᵉ SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément.............. 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Iʳᵉ Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIᵉ Série, Tomes I à **XXV** (1827-1877); 1881.............. 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen.* — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières.* — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet.* — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré.* — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard.* — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté.*

PASSAGE DE VÉNUS
Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Iʳᵉ PARTIE : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission.* In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.
— IIᵉ PARTIE : *Mémoires divers.* In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.............. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Iʳᵉ PARTIE : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIᵉ PARTIE : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Iʳᵉ PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIᵉ PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885.............. 25 fr.
— IIIᵉ PARTIE : *Mesures des plaques photographiques.* In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882.............. 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht.* In-4 (28-23); 1890.............. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN
(1882-1883).

TOME I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.............. 25 fr.

TOME II : *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

TOME III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dʳ *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

TOME IV : **Géologie**, par le Dʳ P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.............. 25 fr.

TOME V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

TOME VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Iʳᵉ Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIᵉ Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*)

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIᵉ Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dʳ P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .. .. .. 275 fr.

N° 12.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 18 Mars 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 13 (25 Mars 1912).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1912.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Costantin*, pour occuper, dans la Section de Botanique, la place vacante par le décès de M. *Ed. Bornet*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Costantin** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 152 (1911, premier semestre) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile nouvelle parue dans la constellation des Gémeaux.* Note de MM. **Maurice Hamy** et **Millochau.**

Une étoile nouvelle a fait son apparition dans la constellation des Gémeaux [1]. Signalée comme étant de quatrième grandeur le 15 mars dernier, son éclat a déjà notablement faibli. L'étude de son spectre a pu être entreprise, à l'Observatoire de Paris, dans le courant de la semaine qui vient de s'écouler, en profitant des rares éclaircies qui se sont produites dans notre ciel presque invariablement obscurci par les nuages.

---

(1) Découverte le 13 mars par le Norvégien Enebo.

Le spectre de l'étoile a été observé : 1° avec le spectrographe stellaire à fente annexé au grand équatorial coudé, en faisant emploi d'une dispersion correspondant à une épreuve de 40^{mm} de longueur entre la raie H_β (λ 486) et la raie K (λ 393) ; 2° avec une chambre prismatique dont le système optique est transparent pour l'ultraviolet fournissant un spectre de 40^{mm} de longueur entre les longueurs d'ondes λ 500 et λ 300. Une autre chambre prismatique, organisée pour enregistrer le spectre visible de l'extrême rouge à la raie H_β, ayant subi un accident au moment d'être utilisée, cette partie du spectre n'a pu être relevée. Les résultats tirés de l'examen de cinq épreuves obtenues les 20, 21 et 22 mars avec des temps de poses variant entre 30 minutes et 3 heures sont les suivants :

1° Le spectre de l'astre nouveau se compose d'un spectre continu coupé par des raies brillantes et des raies d'absorption (1). Le spectre continu, surtout intense dans l'ultraviolet, s'étend aussi loin que celui de l'étoile blanche voisine θ Gémeaux, beaucoup plus lumineuse à l'œil; on le distingue nettement encore dans la région correspondant à la longueur d'onde λ 315. Ce simple fait permet d'affirmer que l'étoile est portée à une température extrêmement élevée.

2° Les raies brillantes de l'hydrogène constituent la partie prépondérante de l'émission lumineuse de l'étoile nouvelle dans le bleu et le violet. Ces raies très élargies occupent chacune environ 20 angströms de l'échelle du spectre; elles sont d'ailleurs de plus en plus diffuses à mesure que la longueur d'onde diminue. La raie large H_β est nettement divisée en trois parties égales par deux cannelures sur une épreuve à courte pose. Le même mode de division se soupçonne seulement pour H_γ. Les autres raies brillantes de l'hydrogène, observables sur les clichés, sont H_δ, H_ε, H_ζ, H_θ. Les épreuves, faites avec le spectroscope à fente, indiquent un fort décalage, vers le rouge, des centres des raies brillantes élargies H_β, H_γ, H_ε, montant à environ 3 angströms.

Chacune de ces raies d'émission est bordée, du côté le plus réfrangible, d'une large raie d'absorption coupée par une petite raie brillante au centre, attribuable à l'hydrogène, mais considérablement décalée par rapport à sa position normale dans le spectre.

Ce décalage conduit à attribuer une vitesse radiale, de l'ordre de grandeur de -1300^{km} par seconde, à l'atmosphère d'hydrogène qui donne naissance

(1) Le spectre obtenu à Harvard College, dès le 14 mars, était de même nature que celui de Procyon (classe F.5). Le 15, il avait évolué et contenait des lignes brillantes.

au double renversement que nous venons de signaler. D'autre part, si l'effet Doppler-Fizeau était seul susceptible d'être mis en cause, pour expliquer l'épanouissement des raies brillantes élargies de l'hydrogène, on devrait en conclure que les divers points de la masse gazeuse qui les émet sont affectés de vitesses radiales, variant entre des limites considérables, par rapport à la Terre. Mais il paraît plus naturel d'admettre, et des expériences de Hale et Kent notamment viennent à l'appui de cette manière de voir, que l'épanouissement des raies brillantes, leurs cannelures et le décalage de leurs centres sont la conséquence de pressions élevées, explicables dans la théorie de Seeliger qui fait intervenir la production d'un immense cataclysme, dans la genèse des astres temporaires : la rencontre d'une étoile et d'une nébuleuse.

Les clichés présentent une dizaine d'autres renforcements lumineux entre $\lambda 470$ et $\lambda 390$; mais il paraît difficile, pour le moment, de décider s'il s'agit de radiations brillantes proprement dites ou de portions du spectre continu encadrées par de faibles bandes d'absorption. On peut cependant affirmer l'existence d'une raie d'absorption assez fine correspondant à la longueur d'onde $\lambda 394$.

Au delà de $\lambda 370$, il n'y a plus trace de raies d'émission ou d'absorption sur nos épreuves; le spectre semble uniformément continu jusque dans la région correspondant à $\lambda 315$, puis disparaît.

Le spectre de l'étoile nouvelle est caractéristique de celui des étoiles temporaires. Il est à rapprocher notamment de celui de l'étoile du Cocher parue en 1892, de celui de l'étoile de Persée découverte en 1901 et de celui de l'étoile des Gémeaux observée en 1903. Il y a donc lieu de penser que l'astre dont nous nous occupons suivra la même évolution que ses devanciers et se transformera ultérieurement en nébuleuse.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la diffraction des ondes hertziennes.* Note de M. **H. Poincaré**.

M. March vient de présenter à l'Université de Munich une dissertation intitulée *Ueber die Ausbreitung der Wellen der drahtlosen Telegraphie auf der Erdkugel.* Cette dissertation, qui contient d'ailleurs des choses très intéressantes, aboutit à des conclusions diamétralement opposées à celles

de mon Mémoire des *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo* et à celles que M. Nicholson a obtenues de son côté dans le travail qu'il a consacré à cette question.

Il est aisé de voir d'où provient la divergence; l'auteur envisage page 39 l'intégrale

$$(94) \qquad \Pi_1 = \frac{2k}{\rho^2}\int \alpha P_{\alpha-\frac{1}{2}}(\cos\theta)\frac{\zeta_{\alpha-\frac{1}{2}}(\rho)}{\zeta'_{\alpha-\frac{1}{2}}(\rho)}\,d\alpha,$$

prise le long d'un chemin formé d'une demi-circonférence de rayon ρ et de centre ρ ayant par conséquent ses extrémités aux points o et 2ρ et de l'axe réel depuis 2ρ jusqu'à $+\infty$.

Il annonce ensuite page 42 que, si ρ est très grand, on peut remplacer la fonction sous le signe $\int$ par sa valeur approchée, de sorte que l'intégrale

$$(100) \qquad \Pi_1 = -\frac{2ki}{\rho}\sqrt{\frac{2}{\pi\sin\theta}}\int\frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\rho^2-\alpha^2}}\cos\left(\alpha\theta-\frac{\pi}{4}\right)d\alpha$$

est une « bonne approximation de l'intégrale (94) »; ce qui est exact, c'est qu'on peut écrire

$$\Pi_1 = -\frac{2ki}{\rho}\sqrt{\frac{2}{\pi\sin\theta}}\int\frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\rho^2-\alpha^2}}\cos\left(\alpha\theta-\frac{\pi}{4}\right)(1+\varepsilon)\,d\alpha,$$

ε étant une quantité très petite de l'ordre de $\frac{1}{\rho}$, c'est-à-dire que l'erreur relative sur la quantité sous le signe $\int$ est de l'ordre de $\frac{1}{\rho}$, mais l'erreur *absolue* sur cette même quantité est de l'ordre de $\frac{\cos\alpha\theta}{\rho^2}$, ou de $\frac{e^{\beta\theta}}{\rho^2}$, β étant la partie imaginaire de α, laquelle est elle-même de l'ordre de ρ, puisque α décrit une demi-circonférence de rayon ρ.

Tout ce qu'il serait permis d'en conclure, c'est que l'erreur commise sur Π est plus petite que l'expression

$$\Delta = \frac{2k}{\rho}\sqrt{\frac{2}{\pi\sin\theta}}\int\left|\frac{\sqrt{\alpha}}{\sqrt{\rho^2-\alpha^2}}\cos\left(\alpha\theta-\frac{\pi}{4}\right)\varepsilon\,d\alpha\right|,$$

et cette expression est elle-même de l'ordre de $\frac{e^{\rho\theta}}{\rho^3}$, c'est-à-dire *très grande* par rapport à l'intégrale (100) que M. March a calculée et trouvée

égale à

$$\Pi_1 = \frac{2}{a} \frac{1}{\sqrt{\theta \sin \theta}} e^{-iha\theta},$$

c'est-à-dire de l'ordre de $\frac{1}{\rho}$.

En réalité, des compensations s'opèrent et l'erreur commise est très éloignée de la limite ainsi trouvée. Au lieu d'être très grande par rapport à l'intégrale (100) elle-même, elle est sensiblement égale et de signe contraire, de sorte que la valeur exacte (94) est beaucoup plus petite que la soi-disant valeur approchée (100).

C'est ainsi que 1001 est une « bonne approximation » pour 1000, puisque l'erreur relative est de $\frac{1}{1000}$, mais que 1001 — 1000 n'est pas une bonne approximation pour 1000 — 1000 puisque l'erreur relative est infinie.

Mes conclusions antérieures se trouvent donc confirmées, mais je suis maintenant en mesure de les énoncer plus nettement. Depuis la publication de mon Mémoire, en effet, il y a eu des mesures faites en Amérique par M. Austin sur la transmission des ondes à longue distance; le coefficient d'affaiblissement a été trouvé, *même de jour*, cent fois plus faible que le coefficient théorique résultant de mon calcul. La théorie ordinaire ne rend donc pas compte des faits, il y a quelque chose à trouver.

MINÉRALOGIE. — *Sur les gisements de corindon de Madagascar.* Note de M. A. LACROIX.

Au cours de mon exploration des hauts plateaux de Madagascar, je me suis attaché [1] à l'étude des gisements de corindon, dont j'ai signalé à diverses reprises [2] l'existence dans la Grande-Ile.

Ce minéral s'y rencontre sous deux aspects, en cristaux de petite taille, rouges (rubis) ou bleus (saphir) et transparents, pouvant être utilisés comme pierres précieuses; plus souvent, ils se présentent en cristaux de dimensions plus grandes, pouvant dépasser 1^{dm}; ces cristaux, en général grisâtres ou violacés, toujours opaques, sont en certains points suffisam-

---

(1) Je tiens à remercier les personnes (MM. Bigot, Boissier, Dropsy, Gaffori, Heil, Moiret, Troccon) qui m'ont fourni des renseignements sur place ou m'ont donné l'hospitalité dans leur camp.

(2) *Minéralogie de la France et de ses colonies*, t. III, 1901, p. 242-247; 1909, p. 805; *Madagascar au XXe siècle*, *Minéralogie*, 1902; *Bull. Soc. franç. Minér.*, t. XXXII, 1909, p. 318.

ment abondants pour qu'on puisse songer à les exploiter pour l'industrie des abrasifs.

Le premier type n'est connu que dans des alluvions, soit dans des régions volcaniques [Sud de Diégo-Suarez, massif de l'Ankaratra (Andranomadio, Andriankely; entre Ianaborona et Ampitatafika, etc.); environs du Vontovorona, etc.], soit dans des régions gneissiques et alors au milieu d'alluvions aurifères (Belambo près Mevatanana, par exemple). Ces cristaux présentent les mêmes associations minéralogiques (zircon hyacinthe, almandin, ferropicotite, magnétite, ilménite, etc.) et les mêmes formes géométriques que le corindon des tufs basaltiques du Velay (Le Coupet, Espaly près le Puy); comme eux, ils proviennent de la désagrégation de roches granitiques ou gneissiques. Je n'ai pu les trouver dans leur gisement originel, ni faire sur eux d'observations bien différentes de celles dont j'ai publié antérieurement les résultats (1).

Il n'en est pas de même pour les cristaux du second type; ils ont été trouvés tout d'abord dans des alluvions aurifères; ils sont extrêmement abondants dans un assez grand nombre de gisements, situés au Sud-Est de Tananarive, dans la région comprise entre le méridien d'Ambositra et la mer [Ambatovory, près Anosibé dans le district de Vatomandry; la Sakaleona et ses affluents; la Sahanofa (Ifempina), l'Ampasary, la Saka et autres affluents du Mananjary, etc.]; puis ils ont été découverts dans des formations éluviales, dans des terres rouges, résultant de la désagrégation de micaschistes. Enfin, depuis peu, leur gisement en place a été rencontré dans les micaschistes et c'est là plus particulièrement que je les ai étudiés.

La région la plus typique à cet égard s'étend à une cinquantaine de kilomètres au Sud-Est d'Antsirabé, dans le voisinage du mont Vatondrangy et plus à l'Ouest, notamment à Ankazandrano, Vohitrambo, Anjomakely, etc.; elle est essentiellement granitique, mais il y existe aussi des bandes de micaschistes, dont l'orientation oscille du Nord-Nord-Est au Nord-Nord-

(1) Je ferai seulement remarquer que de petits cristaux de saphir des alluvions aurifères d'Ifempina sont constitués uniquement par l'isoscéloèdre $\varpi\,(11\bar{2}1)$, alors que ceux des autres gisements sont d'ordinaire constitués par des isoscéloèdres ou par le prisme d^1 associés à la base. J'ai eu l'occasion de voir, entre les mains d'un chef de milice, des cristaux de 1^{mm} à 3^{mm} provenant de la région de Farafangana, et présentant une forme tout à fait exceptionnelle pour le corindon, un scalénoèdre sans aucune modification. Bien que ces cristaux ne soit que translucides et d'un rouge médiocre, leur possesseur leur attribuait une valeur considérable et n'a pas voulu s'en dessaisir; je ne puis donc préciser la notation de ce scalénoèdre.

Ouest, avec un pendage presque vertical; leurs affleurements forment de petites crêtes dominant de 1^m ou 2^m seulement la steppe herbeuse qui couvre toutes les montagnes. Ces micaschistes sont essentiellement constitués par de la biotite et de la muscovite, avec souvent du quartz, qui forme aussi à lui seul de petits lits distincts. Ce sont ces micaschistes qui renferment le corindon.

Le cas le plus simple est celui réalisé à Ankazondrano et dans ses environs. Le contact immédiat avec le granite ne peut être touché, mais les deux roches se voient souvent à une très faible distance l'une de l'autre. Aux éléments normaux du micaschiste, s'ajoute alors de la sillimanite, qui est parfois tellement abondante que la roche prend un aspect fibreux (1).

L'examen microscopique fait voir que sillimanite et muscovite sont enveloppées dans de grandes lames de biotite, riches en inclusions de zircon à auréoles pléochroïques remarquablement intenses. Localement, le corindon forme des cristoblastes de plusieurs centimètres, qui sont uniformément distribués; ils apparaissent en relief sur les surfaces altérées par les agents atmosphériques; ils abondent dans la terre résultant de la décomposition du micaschiste. Le microscope montre qu'il existe aussi de petits cristaux du même minéral dissimulés dans les lamelles de mica. Ces roches à corindon passent latéralement à des micaschistes à almandin et tourmaline et à des micaschistes à sillimanite dépourvus d'alumine libre; ils alternent aussi avec eux. Quant aux lits quartzeux, ils renferment çà et là un peu de microcline; je n'y ai point trouvé de corindon.

Le gisement, situé sur la rive gauche du ruisseau Antavy près du camp d'Anjomakely, permet de voir les mêmes micaschistes très redressés et plissés, alternant avec quelques lits minces de gneiss amphiboliques grenatifères et en contact avec un granite pegmatique très altéré. Au voisinage de celui-ci, sur environ 4^m d'épaisseur, ils sont injectés par des apophyses granitiques et en outre très feldspathisés.

Ce sont ces portions métamorphisées et ces apophyses, qui contiennent le corindon en cristaux, n'ayant parfois que 1^{cm} ou 2^{cm}, mais pouvant dépasser 1^{dm}. Lorsque j'ai visité ce gisement, il en avait été déjà extrait quelques tonnes de produit utilisable.

---

(1) La sillimanite est le silicate d'alumine le plus fréquent des schistes métamorphiques du Plateau Central de Madagascar; elle s'y présente fréquemment sous forme de fibrolite, quelquefois grenatifère, constituant des masses tenaces, qui offrent une grande ressemblance avec celles des gneiss du Plateau Central de la France, si souvent utilisées pour la fabrication des haches préhistoriques.

Dans le micaschiste, tantôt les cristaux de corindon sont engagés dans le mica et tantôt ils sont séparés de celui-ci par une auréole entièrement feldspathique.

L'étude microscopique montre que là encore le corindon n'existe pas seulement en cristoblastes; il forme aussi des assemblages cristallitiques, englobant un peu de biotite et enveloppés eux-mêmes soit par de la biotite, soit par de l'orthose granuleux. D'ordinaire, tous les minéraux, qui viennent d'être énumérés, sont moulés par de grandes plages pœcilitiques de biotite, accompagnées de plus ou moins de muscovite et de sillimanite.

Les veines feldspathiques injectées sont essentiellement constituées par un mélange d'orthose et de microcline granulitiques, englobant pœcilitiquement de très nombreuses aiguilles de sillimanite, un peu de tourmaline et de gros cristaux de corindon; à signaler encore de la magnétite, du zircon et de la biotite d'autant plus abondante qu'on se rapproche davantage du micaschiste. Cette roche, dépourvue de quartz, est donc une syénite à sillimanite et corindon.

Au point de vue cristallographique, le corindon de ces divers gisements se présente sous deux types.

Le plus fréquent (Vatondrangy, Vohitrambo, Anjomakely, Ifempina) est constitué par des isoscéloèdres aigus α $(11\bar{2}1)$ (dominant), $\alpha(44\bar{8}3)$, $\omega(14.14.\overline{28}.3)$, avec ou sans $d^1(11\bar{2}0)$ et quelquefois seulement une très petite base; il s'observe dans les cristaux de toute taille et c'est lui qui constitue exclusivement ceux dont la plus grande dimension dépasse 2^{cm}.

Le second type est caractérisé par l'association de la base $a^1(0001)$, couverte de figures triangulaires en relief et en escaliers limitées par des facettes $p(10\bar{1}1)$, et du prisme d^1; parfois (Ambatovory, Sakaleona), il existe en outre des faces p et $e_3(22\bar{4}3)$ bien développées. Ces cristaux sont allongés suivant l'axe vertical ou un peu aplatis parallèlement à la base. Dans quelques gisements alluvionnaires, les cristaux de ce type possèdent des faces brillantes, tandis que ceux du type précédent, toujours encroûtés de micas, ont leurs faces rugueuses et ternes et englobent des lames de biotite, des cristaux de pyrite plus ou moins oxydés aux affleurements.

En résumé, ces gisements de corindon résultent du métamorphisme de sédiments très alumineux sous l'influence du granite.

Tantôt il s'est produit une simple transformation moléculaire de la roche sédimentaire (formation de micas, de sillimanite et de corindon), tantôt il y a eu en outre injection en nature du magma granitique et imbibition par ses émanations; ces phénomènes se sont traduits par un apport d'alcalis et de silice, ce qui a entraîné la production de feldspaths alcalins par la combinaison de ces apports avec une partie de l'alumine libre du schiste.

La portion du magma granitique, qui a été injectée, s'est elle-même modifiée; toute sa silice libre a été saturée par une partie de l'alumine non combinée du sédiment pour donner naissance à la sillimanite, alors que l'excès d'alumine a cristallisé sous forme de corindon. Des réactions de cet ordre peuvent seules expliquer pourquoi les apophyses d'un granite essentiellement formé de microcline et de *quartz*, sont constituées par une syénite *non quartzifère à sillimanite et corindon*.

Au point de vue de l'utilisation pratique de tous ces gisements, il y a lieu de retenir leur discontinuité. Je n'ai constaté nulle part l'existence de couches régulièrement riches en corindon, qu'on puisse suivre sur de grandes distances, mais bien des zones lenticulaires, où est localisée l'alumine cristallisée ; ainsi s'explique la distribution sporadique des gisements éluviaux : les cristaux de corindon y abondent sur quelques centaines de mètres, puis disparaissent brusquement pour reparaître plus loin dans de semblables conditions.

Ces gisements de *gros cristaux* de corindon, constituant un des éléments essentiels d'une roche, sont d'un type tout à fait différent de ceux actuellement connus; ces derniers en effet se trouvent non dans des schistes métamorphiques, mais dans des roches éruptives de nature variée (syénites et syénites néphéliniques au Canada, kytschtymite dans l'Oural, plumasite en Californie et dans le Piémont, etc.). Le corindon est bien connu dans un assez grand nombre de contacts de schistes et de roches éruptives (environs de Cauterets, de Morlaix, par exemple), dans des gneiss et des micaschistes, mais il n'y constitue qu'un accident minéralogique d'intérêt purement théorique. De plus, dans tous ces gisements, il se trouve exclusivement sous forme de lames très minces, aplaties suivant la base, tandis que les cristaux du premier type, de beaucoup le plus fréquent à Madagascar, offrent la forme considérée jusqu'ici comme caractéristique du corindon des roches éruptives; il n'est pas sans intérêt à cet égard de faire remarquer qu'à Anjomakely le faciès des cristaux est le même dans le micaschiste feldspathisé et dans la syénite essentiellement feldspathique. Quant au second type, il se rapproche beaucoup de celui réalisé par les cristaux de corindon (rubis) des calcaires métamorphiques de Siam et de Birmanie.

Je noterai en terminant que les alluvions aurifères d'Ifempina renferment en même temps que des cristaux opaques (1) du premier type, d'autres,

(1) Ces cristaux, eux-mêmes roulés, atteignent assez souvent jusqu'à 2^{kg}. Quelques-uns d'entre eux sont transformés à leur périphérie en sillimanite fibreuse.

incolores et transparents, tellement roulés qu'on n'y distingue plus aucune forme géométrique; leur poids atteint parfois 500g et cependant leur limpidité est si parfaite qu'ils constituent une fort belle gemme; ils sont associés à des cristaux de tourmaline et de cymophane, aussi peut-on penser qu'ils proviennent de la désagrégation de quelque roche pegmatique. Ces alluvions sont exploitées dans un torrent de la forêt tropicale qui, en ce point, est particulièrement inextricable; aussi n'a-t-il pu être question de rechercher leur gisement originel.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique des montagnes situées entre le Mont-Blanc et le petit Saint-Bernard.* Note de MM. **W. Kilian** et **Ch. Jacob.**

L'exploration attentive des montagnes qui s'étendent, au sud-est du Mont-Blanc, entre les Pyramides-Calcaires, le Petit Saint-Bernard, le col du Bonhomme et Bourg-Saint-Maurice, nous a amenés à reconnaître une série de dislocations qui permettent de jeter quelque clarté sur la tectonique de cette région des Alpes occidentales et de mettre en évidence les prolongements structuraux de quelques-uns des grands accidents définis récemment avec tant de précision dans les Alpes Pennines par M. Émile Argand, ainsi que leurs relations avec les zones tectoniques des Alpes françaises.

La coupe naturelle (*fig.* 1) offerte par la vallée des glaciers de Bourg-Saint-Maurice aux Chapieux, puis par le petit massif de la Pointe de Mya, qui sépare, vers l'amont, la vallée des Chapieux du col du Bonhomme, permet de reconnaître les trois ensembles suivants :

A. *De Bourg-Saint-Maurice aux Chapieux. Massif du Versoyen.*

[Partiellement décrit en 1893 par MM. Kilian et Révil, puis par Marcel Bertrand. (Feuille Albertville de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$).]

1. De Bourg-Saint-Maurice au pont de Bonneval, on traverse une épaisse série isoclinale de schistes liasiques typiques, qui est renversée sous la bande de cargneules triasiques du Petit Saint-Bernard, et dans laquelle pointe, au Chatelâ (ou Chatelard), une tête anticlinale de calcaires cristallins gris blancs du Lias inférieur, identiques aux « marbres du Sciex (ou Ciex) en Tarentaise ». En amont du Chatelâ, les schistes liasiques comportent une intercalation de *roche verte* (amphibolite anorthosique), connue depuis longtemps et décrite en 1893 par MM. Kilian, Révil et Termier; cette roche serait un mélaphyre recristallisé, d'après M. Termier.

Lorsqu'on dépasse le pont de Bonneval, les schistes deviennent siliceux, d'aspect gréseux, parfois microbréchiformes, et passent insensiblement à des « schistes lustrés » typiques. Dans le fond de la vallée du Versoyen, près du col de Breuil, de

nombreuses masses de *roches vertes* (serpentines, gabbros, amphibolites) forment

Fig. 1. Coupe S.E.—N.W. de l'Isère au Col du Bonhomme. — Légende : *A et B*. Massifs du Versoyen et de la Pointe de Mya : **h**, *Houiller* ; **tg**, *Dolomies et cargneules triasiques* ; **t**$_{III}$, *Quartzites et schistes verts* ; **t**$_{I}$, *Calcaires triasiques du type des Calcaires à Gyroporelles* ; **l**$_{I}$, *Calcaires et Schistes rhétiens* ; **lcr**, *Marbres du Sciex (Lias cristallin)* ; **lBr**, *Brèches du Télégraphe* ; **l**, *Schistes liasiques* ; **ls**, *Schistes siliceux liasiques* ; **rv**, *Roches vertes* ; **lt**, *Schistes lustrés* ; **Bp**, *Brèches polygéniques* ; **a²** et **Aa²**, *Alluvions et Cônes de déjections*. *C* Régions du Bonhomme : **x**, *Schistes cristallins* ; **tg**, *Dolomies capucina* ; **l**$_{I}$, *Grès singuliers et Calcaires fossilifères rhétiens* ; **l**$_{I}$, *Lias à faciès dauphinois*. — *S et S' Contacts anormaux (Surfaces de charriage).*

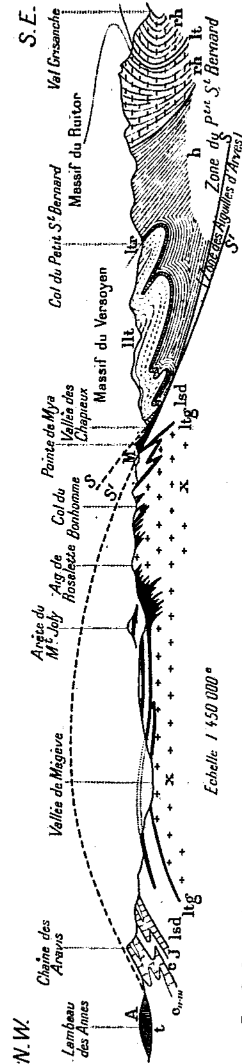


Fig. 2. Coupe S.E.—N.W. du Val Grisanche au Lambeau des Annes. — Légende : 1° Massifs du Ruitor et du Versoyen : — **rh** *Gneiss permocarbonifères* ; **h**, *Houiller* ; **lt**, *Schistes lustrés* ; **ltr**, *Trias et Lias calcaire de base* ; **llt**, *Série mésozoïque du Versoyen : schistes, Schistes lustrés, roches vertes, brèches polygéniques etc...* 2° Massif de Mya ; **M**. 3° Massif du Mont Blanc et Plis couchés du Mont Joly : **x**, *Schistes cristallins* ; **ltg**, *Trias et Lias calcaire* ; **lsd**, *Lias schisteux et Dogger* ; **J**, *Jurassique supérieur* ; **c** et **c**$_{III-IV}$, *Néocomien et Urgonien* ; **t**, *Flysch tertiaire*. 4° Lambeau des Annes. **A**J — *S, S' Contacts anormaux.*
N. B. *La moitié occidentale de la Coupe est empruntée à M. E. Ritter, 1897 (à partir du Col du Bonhomme).*

des intercalations dans ces schistes. En approchant de Crey-Bettex, on voit appa-

raître des lits subordonnés de brèches polygéniques, à ciment silicéo-calcaire, cristallin, séricileux, inséparables des schistes lustrés ([1]).

2. Au-dessus des lacets de la route en aval de Crey-Bettex, les schistes lustrés et les brèches subordonnées reposent sur des dolomies et des quartzites triasiques, qui sont supportés à leur tour par des schistes et grès houillers, nettement visibles en contre-bas de la route.

3. Entre Crey-Bettex et le pont de Saint-Antoine, on retrouve les schistes lustrés, mais avec des intercalations plus abondantes de brèches polygéniques à ciment luisant.

4. Légèrement en aval du Pont de Saint-Antoine, l'ensemble des brèches et des schistes repose sur des calcaires blancs ivoirins et cristallins rappelant certains bancs de marbres liasiques du Sciex; puis viennent des dolomies et des quartzites triasiques, sans toutefois que le thalweg atteigne le Houiller.

5. Du pont de Saint-Antoine aux Chapieux, on a de nouveau des brèches et des schistes lustrés, mais qui passent vers la base à de nouvelles brèches calcaires, plus voisines du type de la brèche liasique du Télégraphe (brèche des Chapieux, de MM. Kilian et Lory), celles-ci reposant elles-mêmes sur les marbres liasiques gris-blancs (type du Sciex) de Crey-Bodin.

B. *Massif de la Pointe de Mya.*

Au delà du torrent des Chapieux, les assises qui constituent le massif de Mya, plongeant toujours au Sud-Est, sont couchées, en discordance, sur l'ensemble C; elles se montrent nettement étirées vers le bas des pentes pour s'épanouir vers les crêtes et y comporter du Sud-Est au Nord-Ouest les éléments suivants : calcaires en plaquettes et schistes scoriacés noirâtres du Rhétien, près de Chapieux; calcaires triasiques typiques du type des « calcaires francs » de la Vanoise et des calcaires à Gyroporelles du Briançonnais; épaisse série de quartzites avec schistes verts de la Pointe de Mya, affectés d'un repli synclinal secondaire; calcaires triasiques du type Briançonnais; schistes calcaréo-siliceux; calcaires cristallins liasiques (type du Sciex); schistes calcaréo-siliceux; bancs étirés et laminés du Trias, avec, sur une faible épaisseur, des quartzites, des cargneules, des *schistes multicolores*, etc.

C. *Région du col de la Croix du Bonhomme.*

Aux couches de Mya font suite les schistes liasiques de la crête des Gittes, repliés sans doute en nombreux anticlinaux; l'axe de l'un d'eux est marqué, en contre-bas des Chalets-Neufs, par une lame triasique de « dolomie capucin ». La base de la série des Gittes est formée, au delà de la Croix du Bonhomme, par les grès singuliers de de Saussure (infraliasiques) à *galets de schistes* cristallins associés à des calcaires

([1]) M. Bertrand a subdivisé un peu arbitrairement ce complexe très homogène sur la feuille Albertville de la Carte géologique, en plusieurs bandes (schistes lustrés inférieurs, Lias calcaire et schistes lustrés supérieurs), en appliquant à ces derniers la teinte du Jurassique moyen.

scoriacés noirs fossilifères (*Pecten Valoniensis* Defr. etc.), par des dolomies et des grès bruns du Trias, reposant en définitive sur les schistes cristallins du Mont-Blanc. Cet ensemble possède le facies connu sous le nom de *type dauphinois*.

Les trois ensembles ont des caractères nettement tranchés :

I. La série qui constitue (A) montre, comme la coupe du Petit Saint-Bernard au col de la Seigne (W. Kilian, Franchi et P. Lory, 1908), un passage latéral des schistes lustrés, non encore pleinement réalisé, à la brèche du Télégraphe. Elle rappelle tout à fait celle du Lasseron et du col de l'Alpet, près de Briançon (d'après M. Pussenot); l'on y rencontre à la fois des quartzites (Trias inférieur), des dolomies massives (Trias moyen et supérieur), des calcaires cristallins (Lias), des schistes, des *brèches polygéniques* caractéristiques (brèche des Chapieux de W. Kilian et P. Lory, 1908), des calcaires siliceux, des schistes lustrés ([1]) et des *roches vertes* variées (notamment dans le vallon du Versoyen : serpentines, gabbros et prasinites, au col du Breuil).

La série (A) est reployée plusieurs fois sur elle-même, l'axe d'un des plis montrant, près de Crey-Bettex, le terrain houiller non métamorphique sous l'aspect qu'il possède au Petit Saint-Bernard et aux environs de Bourg-Saint-Maurice. Nous considérons donc cet ensemble comme appartenant à la couverture mésozoïque normale du Houiller du Petit Saint-Bernard. Ce Houiller est d'ailleurs refoulé lui-même fortement sur (A), le long de la dépression qui mène au col, au-dessus de Séez.

II. L'ensemble (B) correspond, par le développement qu'y prennent les quartzites et les calcaires triasiques du type des calcaires à Gyroporelles, par l'existence de schistes bariolés dans le Trias, par la *présence exclusive* de la brèche du Télégraphe, par l'*absence* des brèches polygéniques mésozoïques du type Chapieux, à un facies plus externe que celui de la masse précédente et plus voisin du type briançonnais proprement dit.

III. Quant à la zone (C), la nature du Trias, formé de dolomies « capucin », celles du Lias sous son « facies dauphinois », de même que le repos direct du Trias sous les schistes cristallins, prouvent qu'elle fait partie de la bordure du Mont-Blanc, se continuant vers le Valais par le mont Fréty, l'Amône et le mont Catogne.

Le paquet (B) se présente dès lors comme une *écaille briançonnaise* limitée

---

([1]) M. Franchi y a rencontré des bélemnites près du Petit Saint-Bernard.

par *deux contrats anormaux* (SS et SS′) et pincée entre la bordure sédimentaire du Mont-Blanc (C) et une région plus interne des Alpes (A), gagnant sur l'avant et refoulée sur (B).

M. **Émile Picard**, en présentant le Tome III des *Œuvres de Charles Hermite*, s'exprime comme il suit :

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie le Tome III des Œuvres d'Hermite. Cette publication se poursuit dans les mêmes conditions, grâce au zèle dévoué de M. Henry Bourget, qui me continue son précieux concours, et aux soins de M. Gauthier-Villars.

Le Volume débute par un Mémoire inédit d'Hermite sur l'extension du théorème de Sturm à un système d'équations simultanées. Ce travail, présenté à l'Académie en 1852, fut retrouvé il y a quelques années dans les papiers de Liouville par sa fille, Mme de Blignières, qui a bien voulu nous le donner pour cette édition. Les Mémoires reproduits dans ce Tome vont de 1872 à 1880; on y trouvera, entre autres, l'étude célèbre sur la transcendance du nombre *e*, et le grand Mémoire sur quelques applications des fonctions elliptiques. Il nous a paru intéressant de réimprimer quelques Chapitres du *Cours d'Analyse de l'École Polytechnique*, et de publier une leçon sur l'*équation de Lamé*, faite en 1872 à l'École Polytechnique, où se rencontrent les premières recherches d'Hermite sur un sujet qu'il devait approfondir quelques années plus tard.

Le Tome IV et dernier contiendra la fin de l'Œuvre mathématique d'Hermite, ainsi que divers articles et discours.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de Sir *Joseph Dalton Hooker*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Metchnikoff obtient	36 suffrages
M. Schwendener »	5 »
Sir J. Norman Lockyer obtient	2 »
Sir David Gill »	1 suffrage

M. Metchnikoff, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à procéder à la désignation de deux candidats à la chaire d'*Histologie comparée* du Collège de France.

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à procéder à la désignation de deux candidats à la chaire de Géologie du Collège de France.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Dr Louis Reutter. *De l'embaumement avant et après Jésus-Christ.*

2° *Notice sur les travaux de* Henri Pellat, publiée par son fils Solange Pellat.

3° *Mission scientifique de M.* Ch. Gravier *à la côte française des Somalis* (*décembre* 1903-*avril* 1904). (Présenté par M. Ed. Perrier.)

4° Ministère de l'Agriculture. *Études glaciologiques.* Tome II : *Savoie. Programme pour l'étude d'un grand glacier.*

M. G. Darboux présente à l'Académie le fascicule III (*Pluies*) des *Annales du Bureau central météorologique* pour 1907, publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile* Nova Geminorum. Note de M. **Fr. Iñiguez**, présentée par M. Bigourdan.

Les observations de l'étoile *Nova Geminorum* faites jusqu'à présent à l'Observatoire de Madrid ont été les suivantes :

Les 14 et 15 mars, le ciel, couvert par des nuages, a permis uniquement d'apprécier avec des jumelles la grandeur de l'étoile, grandeur supérieure à celle de θ de la même constellation le 14, et inférieure le 15. Avec assez de difficultés on a pu, le 15, déterminer à l'équatorial les coordonnées approchées de l'étoile. Les jours suivants, 16 à 19, le ciel a été beau et l'étoile a été observée au cercle méridien; on a ainsi obtenu pour sa position apparente

$$\alpha = 6^h 49^m 12^s,57, \qquad \delta = +32^\circ 15' 16'',74.$$

La grandeur de l'étoile est alors voisine de la cinquième.

Du 16 au 19 mars, des photographies du spectre de l'étoile ont été faites avec un prisme-objectif. Ces photographies montrent deux spectres superposés, l'un d'émission, très intense, avec les raies H_β à H_ζ de l'hydrogène fortement accusées, et autres plus faibles; l'autre est un spectre d'absorption, plus riche en raies dans le voisinage de H_γ. Dans les photographies faites aux dates indiquées, on observe déjà des variations d'intensité, de forme et de positions relatives dans les raies et bandes des deux spectres : il semble qu'on est en présence d'un système de deux étoiles au moins. Les mesures sur les plaques déjà obtenues et celles qu'on arrivera à avoir successivement, permettront de connaître sa constitution et ses mouvements. Mais le temps nous a manqué encore pour faire ce travail.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Contribution à un théorème sur les équations intégrales de Fredholm de troisième espèce.* Note de M. **Ch. Platrier**, présentée par M. Émile Picard.

Je me propose de généraliser un théorème de M. Picard (¹) sur les noyaux de la forme $\frac{1}{z} f(z, t)$ où $f(z, t)$ désigne une fonction holomorphe de z et t, en étudiant, dans le domaine complexe, la résolvante $\mathfrak{R}_\Lambda(z, t, \lambda)$ du noyau $\frac{1}{z^\nu} f(z, t)$, ν étant entier, Λ étant un contour d'extrémités A et B ne passant pas par $z = 0$, mais pouvant entourer ce point m_1 fois dans le sens positif et m_2 fois dans le sens négatif.

(¹) É. Picard, *Annales de l'École Normale*, 1911. Voir aussi Lalesco, *Introduction à la théorie des équations intégrales*, p. 120.

Nous emploierons la notation usuelle suivante :

$$(1)\qquad R_A(z, t, \lambda) = \frac{D_A\left(\begin{matrix} z \\ t \end{matrix}\middle|\lambda\right)}{D_A(\lambda)},$$

$$(2)\qquad D_A\left(\begin{matrix} z_1, z_2, \ldots, z_k \\ t_1, t_2, \ldots, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right) = \sum_{n=0}^{n=\infty} \frac{(-\lambda)^n}{n!}\int_A ds_1 \int_A ds_2 \ldots \int_A ds_n \frac{f\left(\begin{matrix} z_1, z_2, \ldots, z_k; s_1, s_2, \ldots, s_n \\ t_1, t_2, \ldots, t_k; s_1, s_2, \ldots, s_n \end{matrix}\right)}{z_1^\nu z_2^\nu \ldots z_k^\nu s_1^\nu s_2^\nu \ldots s_n^\nu},$$

$$(3)\qquad f\left(\begin{matrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ y_1, y_2, \ldots, y_n \end{matrix}\right) = \begin{vmatrix} f(x_1, y_1) & \ldots & f(x_1, y_n) \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ f(x_n, y_1) & \ldots & f(x_n, y_n) \end{vmatrix}.$$

Partageons la ligne Λ en deux parties : l'une comprenant toutes les boucles de Λ entourant le point $z = 0$, nous l'appellerons C ; l'autre constituée par une ligne L joignant A et B sans entourer le point o.

L'égalité (2) nous permet d'écrire :

$$(4)\qquad D_A(\lambda) = \sum_{n=0}^{n=\infty}(-\lambda)^n \sum_{p+q=n}^{\substack{q=n \text{ à } 0 \\ p=0 \text{ à } n}} \frac{1}{p!\,q!}\int_C ds_1 \int_C ds_2 \ldots \int_C ds_p \int_L dt_1 \int_L dt_2 \ldots \int_L dt_q \\ \times \frac{f\left(\begin{matrix} s_1, s_2, \ldots, s_p; t_1, t_2, \ldots, t_q \\ s_1, s_2, \ldots, s_p; t_1, t_2, \ldots, t_q \end{matrix}\right)}{s_1^\nu s_2^\nu \ldots s_p^\nu t_1^\nu t_2^\nu \ldots t_q^\nu}.$$

Effectuons les intégrations suivant la ligne d'intégration C en appliquant le théorème des résidus et en posant $m = m_1 - m_2$.

$$(5)\qquad D(\lambda) = \sum_{n=0}^{n=\infty}(-\lambda)^n \sum_{p+q=n}^{\substack{q=n \text{ à } 0 \\ p=0 \text{ à } n}} \frac{1}{p!\,q!}\int_L dt_1 \int_L dt_2 \ldots \int_L dt_q \frac{\left[\dfrac{2m\pi i}{(\nu-1)!}\right]^p}{t_1^\nu t_2^\nu \ldots t_q^\nu} \\ \times \left[\frac{\partial^{\overline{p(\nu-1)}} f\left(\begin{matrix} s_1, \ldots, s_p; t_1, \ldots, t_q \\ s_1, \ldots, s_p; t_1, \ldots, t_q \end{matrix}\right)}{\partial s_1^{\overline{\nu-1}} \partial s_2^{\overline{\nu-1}} \ldots \partial s_p^{\overline{\nu-1}}}\right]_{s_i=0}.$$

Étudions le terme général de cette nouvelle série et, pour cela, formons le Tableau

$$(\mathrm{T})\quad \left\{\begin{matrix} \dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_1^{\overline{\nu-1}}}, & \dfrac{(\nu-1)!}{1!(\nu-2)!}\dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_1^{\overline{\nu-2}}\partial y_1}, & \dfrac{(\nu-1)!}{2!(\nu-3)!}\dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_1^{\overline{\nu-3}}\partial y_1^2}, & \ldots, & \dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial y_1^{\overline{\nu-1}}}, \\ \dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_2^{\overline{\nu-1}}}, & \dfrac{(\nu-1)!}{1!(\nu-2)!}\dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_2^{\overline{\nu-2}}\partial y_2}, & \dfrac{(\nu-1)!}{2!(\nu-3)!}\dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_2^{\overline{\nu-3}}\partial y_2^2}, & \ldots, & \dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial y_2^{\overline{\nu-1}}}, \\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots, \\ \dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_p^{\overline{\nu-1}}}, & \dfrac{(\nu-1)!}{1!(\nu-2)!}\dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_p^{\overline{\nu-2}}\partial y_p}, & \dfrac{(\nu-1)!}{2!(\nu-3)!}\dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial x_p^{\overline{\nu-3}}\partial y_p^2}, & \ldots, & \dfrac{\partial^{\overline{\nu-1}}}{\partial y_p^{\overline{\nu-1}}}, \end{matrix}\right.$$

constitué par $p\nu$ symboles de dérivation précédés d'un coefficient numérique. Prenons un symbole et un seul dans chaque ligne et faisons le produit π_j des p termes ainsi choisis, comme si les ∂ des numérateurs n'étaient pas des symboles, mais des quantités. Soient S la somme d'un certain nombre de produits π_j et φ une fonction de $2p$ variables $x_1, \ldots, x_p, y_1, \ldots, y_p$. Nous conviendrons de représenter par Sφ l'opération qui consiste : 1° à effectuer successivement sur φ la dérivation et la multiplication par un facteur numérique que représente chaque symbole de la somme S ; 2° à ajouter ensuite tous les résultats ainsi obtenus. Il y a ν^p produits π_j et, parmi eux, $\varpi = \nu(\nu-1), \ldots, (\nu-p+1)$ produits π'_e qui ne contiennent pas deux facteurs d'une même colonne du Tableau T.

Posons

$$\Delta_p^\nu = \sum_1^{\nu^p} \pi_j, \qquad \delta_p^\nu = \sum_1^{\varpi} \pi'_e.$$

On pourra écrire

$$(6) \qquad \frac{\partial^{\overline{p(\nu-1)}} f\begin{pmatrix} s_1, s_2, \ldots, s_p;\ t_1, t_2, \ldots, t_q \\ s_1, s_2, \ldots, s_p;\ \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q \end{pmatrix}}{\partial s_1^{\overline{\nu-1}}\, \partial s_2^{\overline{\nu-1}} \ldots \partial s_p^{\overline{\nu-1}}} = \left[\Delta_p^\nu f\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_p;\ t_1, t_2, \ldots, t_q \\ y_1, y_2, \ldots, y_p;\ \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_q \end{pmatrix}\right]_{x_i=y_i=s_i}.$$

Remarquons que si l'on prend la dérivée du déterminant second membre de (3) h fois par rapport à x_i, puis h fois par rapport à x_j, et si l'on fait ensuite $x_i = x_j$, on obtient un déterminant ayant deux lignes identiques, donc

$$(7) \qquad \left[\frac{\partial^{\overline{2h}} f\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ y_1, y_2, \ldots, y_n \end{pmatrix}}{\partial x_i^h\, \partial x_j^h}\right]_{x_i=x_j}$$

De même,

$$(8) \qquad \left[\frac{\partial^{\overline{2h}} f\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ y_1, y_2, \ldots, y_n \end{pmatrix}}{\partial y_i^h\, \partial y_j^h}\right]_{y_i=y} = 0.$$

Si, maintenant, on tient compte de $\delta_p^\nu = 0$ pour $p > \nu$, car alors $\varpi = 0$, l'égalité (5) peut s'écrire, en vertu de (6), (7) et (8),

$$(9) \quad D_\Lambda(\lambda) = D_L(\lambda) + \sum_{p=1}^{p=\nu} \frac{1}{p!}\left[\frac{-2m\pi i\lambda}{(\nu-1)!}\right]^p \left[\delta_p^\nu \left\{ x_1^\nu x_2^\nu \ldots x_p^\nu D_L\left(\begin{matrix} x_1, x_2, \ldots, x_p \\ y_1, y_2, \ldots, y_p \end{matrix}\middle|\lambda\right)\right\}\right]_{x_i=y_i=1}.$$

On démontrerait de même

$$(10)\qquad D_\Lambda\left[\begin{matrix} z_1, z_2, \ldots, z_k \\ t_1, t_2, \ldots, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right]$$
$$= D_L\left[\begin{matrix} z_1, z_2, \ldots, z_k \\ t_1, t_2, \ldots, t_k \end{matrix}\middle|\lambda\right] + \sum_{p=1}^{p=\nu} \frac{1}{p!}\left[\frac{-2m\pi i\lambda}{(\nu-1)!}\right]^p$$
$$\times \left[\partial_p^\nu\left\{x_1^\nu x_2^\nu \ldots x_p^\nu D_L\left(\begin{matrix} z_1, \ldots, z_k; x_1, \ldots, x_p \\ t_1, \ldots, t_k; y_1, \ldots, y_p \end{matrix}\middle|\lambda\right)\right\}\right]_{x_i=y_i=0}.$$

Des égalités (1), (2) et (10) résulte le théorème suivant :

Soit $\frac{1}{z^\nu} f(z, t)$, où ν entier et $f(z, t)$ fonction holomorphe de z et t, le noyau d'une équation de Fredholm de troisième espèce. La solution de cette équation dans le domaine complexe est une fonction polymorphe et sa résolvante est le quotient de deux polynomes de degré ν par rapport à un paramètre entier arbitraire m.

NOMOGRAPHIE. — *Résolution graphique de l'équation trinome à exposants quelconques*. Note ([1]) de M. **Rodolphe Soreau**, présentée par M. Ch. Lallemand.

L'équation trinome peut toujours se ramener à la forme

$$\pm a z^\alpha \pm b z^\beta = \pm 10^p,$$

a, b, α, β étant des nombres positifs. Posons $az^\alpha = A$, $bz^\beta = B$, d'où

$$(1)\qquad \pm A \pm B = \pm 10^p.$$

$az^\alpha = A$ donne $\log a + \alpha \log z = \log A$, qu'on peut écrire

$$\begin{matrix} (x) & (y) & (t) \end{matrix}$$
$$\begin{vmatrix} 0 & -\log z & 1 \\ 1 & \log A & 1 \\ 1 & \log a & 1+\alpha \end{vmatrix} = 0.$$

Ce déterminant exprime l'alignement des points

$$(z)\begin{cases} x = 0 \\ y = -\log z \end{cases} \qquad (A)\begin{cases} x = 1 \\ y = \log A \end{cases} \qquad (P)\begin{cases} x = \frac{1}{1+\alpha} \\ y = x \log a \end{cases}$$

Il suffit de construire les échelles $y = -\log z$, $y = \log A$, et le réseau de

([1]) Présentée dans la séance du 11 mars 1912.

parallèles $x = \frac{1}{1+\alpha}$. Le point figuratif P des données a, α est à l'intersection de la droite cotée α avec la radiante qui joint l'origine O des coordonnées (cotée $z = 1$) au point de cote $A = a$. On a de même le point figuratif des données b, β.

Les points P et Q étant ainsi déterminés, deux droites tournant autour de ces points, et se coupant sur l'échelle (z), donnent une solution de l'équation trinome quand les cotes du segment qu'elles interceptent sur l'échelle (A) satisfont à la relation (1).

Si l'on doit faire un fréquent usage de l'abaque, il sera commode de construire, en celluloïd ou en mica, un compas dont l'articulation se termine en pointe; les branches, qu'un caoutchouc tend à rapprocher, s'appuieront contre deux fines aiguilles piquées aux points P et Q. Il suffira de déplacer la pointe sur (z) jusqu'à ce que les branches interceptent sur (A) le segment voulu.

Je rappelle que M. Torrès a donné un autre procédé de résolution, à l'aide de trois échelles logarithmiques mobiles le long de leur support et dans le sens perpendiculaire. Ce savant a conçu une ingénieuse machine qui permet d'effectuer mécaniquement les opérations.

THERMODYNAMIQUE. — *Chaleurs spécifiques des vapeurs au voisinage immédiat de la saturation.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

I. *Rapport* γ. — Pour appliquer au calcul du rapport γ, au voisinage immédiat de la saturation, la méthode générale que j'ai décrite ([1]), il suffit de considérer le cycle infiniment petit suivant :

L'unité de masse ayant été échauffée de T° à $T + dT$, transformons-la en vapeur saturante à cette température. Puis, s'il s'agit d'une vapeur dont la détente adiabatique est accompagnée de condensation partielle (cas de l'eau), détendons-la d'abord isothermiquement de $-dp_1$ telle qu'une détente adiabatique consécutive $-dp_2$ la ramène à l'état de vapeur saturante à T°, c'est-à-dire qu'on ait

$$dp_1 + dp_2 = dF = \frac{dF}{dT}dT, \tag{1}$$

F étant la pression maxima à T°. Fermons enfin le cycle en liquéfiant la vapeur à T°.

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, p. 51. S'y reporter pour la notation.

La quantité de chaleur dq empruntée à la source pendant la détente isothermique est

$$dq = -h\,dp_1 = \frac{T}{J}\frac{dv}{dT}dp_1 = \frac{RT}{JMF}\left(\varphi + T\frac{d\varphi}{dT}\right)dp_1. \tag{2}$$

Désignons par x la chaleur spécifique vraie du liquide et par Q sa chaleur totale de vaporisation à T°. L'application du principe d'entropie fournit l'équation

$$x\frac{dT}{T} + \frac{1}{T+dT}\left(L + \frac{dL}{dT}dT + dq\right) - \frac{L}{T} = 0 = \left(\frac{dQ}{T} - \frac{L}{T}\right)dT + dq, \tag{3}$$

qui, combinée avec la précédente, donne

$$dp_1 = \frac{JMF}{RT}\left(\frac{L}{T} - \frac{dQ}{dT}\right)\frac{dT}{\varphi + T\frac{d\varphi}{dT}}. \tag{4}$$

D'autre part, la détente adiabatique fournit l'équation

$$C\,dT = \frac{C-c}{\frac{\partial p}{\partial T}}dp_2 = (C-c)\frac{T}{F}\frac{\varphi - p\frac{d\varphi}{dp}}{\varphi + T\frac{d\varphi}{dT}}dp_2. \tag{5}$$

Si l'on pose

$$1 + \varepsilon_1 = \varphi + T\frac{d\varphi}{dT} = 1 + e\left(\chi\frac{\partial z}{\partial\chi} - z\right) + e^2\left(\chi\frac{\partial u}{\partial\chi} - u\right),$$

$$1 + \varepsilon_2 = \frac{\varphi + T\frac{d\varphi}{dT}}{\varphi - p\frac{d\varphi}{dp}} = 1 + e\left(\chi\frac{\partial z}{\partial\chi} - z\right) + e^2\left(\chi\frac{\partial u}{\partial\chi} - 2u\right),$$

l'élimination de dp_1 et dp_2 entre les équations (1), (4) et (5) donne

$$\frac{\gamma}{\gamma-1} = \frac{T}{1+\varepsilon_2}\frac{1}{F}\frac{dF}{dT} - \frac{JM}{R(1+\varepsilon_1)(1+\varepsilon_2)}\left(\frac{L}{T} - \frac{dQ}{dT}\right). \tag{6}$$

II. *C* et *c*. — On calcule $C - c$ au moyen de la formule classique

$$C - c = \frac{T}{J}\frac{\partial p}{\partial T}\frac{\partial v}{\partial T},$$

qui s'écrit, avec ma notation,

$$C - c = \frac{R}{JM}(1+\varepsilon_1)(1+\varepsilon_2). \tag{7}$$

On obtient donc C en faisant le produit des expressions (6) et (7). Ce produit peut d'ailleurs s'écrire

$$C = \frac{RT}{JM}(1+\varepsilon_1)\frac{1}{F}\frac{dF}{dT} - \left(\frac{L}{T} - \frac{dQ}{dT}\right).$$

On a c par différence.

Remarque. — S'il s'agit d'un liquide dont la vapeur saturante se condense partiellement par compression adiabatique (cas de l'éther), on commence par produire la détente adiabatique de $T + dT$ à T^o, puis on la ramène à l'état saturant par compression isothermique consécutive. Le seul changement dans la formule finale consiste dans le remplacement de $\frac{L}{T} - \frac{dQ}{dT}$ par $\frac{dQ}{dT} - \frac{L}{T}$.

III. *Application à la vapeur d'eau.* — Dans mes précédents calculs sur la vapeur d'eau, j'avais utilisé les données numériques de Regnault. J'ai été amené depuis lors à leur préférer celles de Holborn et Henning (¹) en modifiant plus ou moins leurs formules empiriques.

On peut voir que, d'après les Tableaux de ces auteurs, la pression maxima est représentée aussi parfaitement que possible entre 100° et 160° par la formule

$$(8) \qquad \log F = 1,88081 + 0,0154860\,\theta - 462.10^{-7}\theta^2 + 103.10^{-9}\theta^3,$$

où $\theta = t - 100$. Cependant, pour descendre de 100° à 80°, il vaut mieux employer

$$(8\ bis) \qquad \log F = 1,88081 + 0,01551\,\theta - 48.10^{-6}\theta^2 + 127.10^{-9}\theta^3.$$

La chaleur latente est très bien représentée, entre 80° et 160°, par

$$(9) \qquad L = 538,5 - 0,65\,\theta + 8.10^{-4}\theta^2.$$

Combinant cette formule et celle de Dieterici relative à la chaleur spécifique de l'eau, on obtient

$$(10) \qquad Q = 595,5 + 0,508\,t - 85.10^{-5}t^2 + 7.10^{-7}t^3.$$

En ce qui concerne la compressibilité, on peut admettre que la vapeur d'eau est sensiblement normale, et lui appliquer par conséquent mes formules empiriques sans modification (²).

(¹) Holborn et Henning, *Annalen der Physik*, 4ᵉ série, t. XXVI, p. 882. — Henning, *Ibid.*, t. XXIX, p. 464.

(²) En effet le volume spécifique de la vapeur d'eau saturante à 100°, calculé au moyen de ces formules est 1679^{cm^3}. On en déduit, par la formule de Clapeyron (avec $L = 538,5$), $\frac{\partial F}{\partial T} = 2^{\text{cm}},701$ de mercure, c'est-à-dire sensiblement la moyenne des nombres obtenus expérimentalement par P. Chappuis (2,694) et Holborn et Henning (2,712).

En utilisant ces données, on obtient les résultats suivants :

t.	γ.	C.	c.
160°	1,367	0,521	0,381
150	1,375	0,492	0,358
140	1,380	0,471	0,342
130	1,382	0,455	0,329
120	1,381	0,445	0,322
110	1,377	0,439	0,319
100	1,372	0,435	0,318
90	1,367	0,433	0,317
80	1,362	0,431	0,316

On peut voir que les valeurs de γ, que je désignerai désormais par γ_s, sont bien représentées par la formule

$$\gamma_s = 1,372 + 5.10^{-4}\theta - 2.10^{-6}\theta^2 - 13.10^{-8}\theta^3. \tag{11}$$

L'exactitude de ces résultats est évidemment subordonnée à celle des données numériques utilisées. L'erreur pouvant provenir de ce que la vapeur d'eau ne serait pas tout à fait normale au point de vue de la compressibilité ne pourrait altérer que les troisièmes décimales. Celles provenant de F et de L peuvent être plus importantes par suite de ce que ce sont leurs dérivées qui interviennent.

PHYSIQUE. — *Observations nouvelles sur la fluorescence de la vapeur de sodium.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. Villard.

La fluorescence de la vapeur de sodium, excitée par un faisceau intense de lumière blanche, est généralement décrite comme verte, depuis qu'elle a été observée pour la première fois, en 1896, par MM. Wiedemann et G.-C. Schmidt [1]. Son spectre contient principalement une région cannelée, verte, s'étendant de $\lambda = 505^{\mu\mu}$ à $\lambda = 540^{\mu\mu}$ environ. Ce spectre cannelé a fait l'objet d'un grand nombre de travaux de M. R.-W. Wood, qui se servait d'un dispositif bien connu, consistant en un tube d'acier dans lequel on chauffe, sous pression réduite, une assez grande quantité de sodium du commerce. Cette pression n'est précisée nulle part par M. Wood, qui indique en général qu'il réalise un bon vide; mais le fait qu'un même tube a pu être employé pendant plusieurs centaines d'heures

(1) *Wiedemann's Annalen*, t. LVII, 1896, p. 447.

sans être rechargé, montre que la distillation du sodium vers les parties froides était très lente, et il n'a pu en être ainsi que sous une pression relativement grande, de l'ordre du millimètre par exemple, due aux gaz que le sodium du commerce chauffé au-dessus de 290° émet en grande quantité. Or, j'ai précisément réalisé des expériences qui montrent que le degré de pureté du sodium influe d'une manière considérable sur le caractère de la fluorescence excitée par la lumière blanche. Ce sont les gaz émis par le sodium qui donnent à la fluorescence sa couleur verte, corrélative de l'existence du spectre cannelé.

Un petit ballon de verre communique d'une part avec une pompe Gaëde (avec interposition de feuilles d'or), et d'autre part avec un petit tube latéral contenant du sodium déjà pur, à l'oxydation près. On réalise un vide de $\frac{1}{10\,000}$ de millimètre de mercure, on purge de gaz occlus les parois du ballon, en les chauffant à 400° ou 500° pendant 20 minutes, la pompe étant en marche, puis on distille le sodium dans le ballon. On scelle et l'on sépare le tube latéral; on chauffe ensuite le ballon uniformément dans un four électrique à résistance, disposé de manière qu'on puisse concentrer sur le ballon la lumière d'un arc et voir ce qui se passe à l'intérieur. On voit apparaître, à une température assez difficile à préciser, mais qui peut descendre jusque vers 210°-220°, une légère *fluorescence jaune*. Cette fluorescence augmente constamment d'intensité, sans changer de teinte, quand la température s'élève. Au spectroscope, *elle paraît se composer uniquement de la raie* D. J'ai eu déjà l'occasion de signaler ce fait dans une Note antérieure [1].

M. Wood, au début de ses recherches, eut beaucoup de peine à voir apparaître la raie D dans la fluorescence verte qu'il provoquait avec la lumière blanche d'un arc au charbon. Voici, à ce sujet, l'expérience qu'on peut faire :

Dans un petit ballon identique à celui de tout à l'heure, plaçons un petit fragment de sodium, taillé au canif dans un morceau de sodium commercial conservé sous l'huile de naphte et essuyé le mieux possible. Faisons le vide avec la pompe Gaëde et chauffons le ballon. Si l'on éclaire avec l'arc, on voit apparaître, vers la même température que précédemment (peut-être un peu plus haut cependant), une faible fluorescence jaune qui donne, au spectroscope, la raie D. Mais vers 290° la fluorescence commence à changer de teinte et à virer au *vert* [2]. On constate *en même temps* que

[1] *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 333.

[2] Cette température de 290° est aussi celle qu'indique M. Zickendraht pour l'apparition de la fluorescence (verte) dans les tubes de Wood (*Phys. Zeits.*, t. IX 1908, p. 593).

la croûte grisâtre d'oxyde qui entoure le métal et l'empêche de couler, se craquelle; souvent même, elle est brisée violemment par l'explosion de bulles gazeuses, occluses dans le sodium. On constate à la jauge de Mc Leod un abondant dégagement de gaz. Ces gaz ne sont d'ailleurs pas uniquement des gaz occlus : il y a aussi le dégagement d'hydrogène qui provient de l'attaque, par le métal, de l'oxyde hydraté, avec formation d'oxyde anhydre.

Si l'on élève la température, à 330° par exemple, en continuant à faire fonctionner la pompe, la couleur verte de la fluorescence s'accentue généralement de plus en plus, en même temps que son intensité augmente. On peut même, quelquefois, réaliser le cas rencontré tout naturellement par M. Wood, où le spectre cannelé vert paraît ne pas être accompagné du tout de la raie D. Toutefois les conditions nécessaires pour qu'il en soit ainsi ne sont pas toujours faciles à réaliser, car si on laisse la pression des gaz étrangers devenir trop forte, la fluorescence finit par s'atténuer et par disparaître, tandis que si l'on pompe assez activement pour que les gaz ne se renouvellent pas, la fluorescence tourne au jaune.

Quand on laisse la température s'abaisser, la fluorescence verte disparaît à 290°, tandis que la fluorescence jaune subsiste encore à des températures notablement plus basses.

Une même source lumineuse excitatrice peut donc faire résonner, dans le mélange constitué par la vapeur de sodium et les gaz qu'il émet, soit un certain système vibrant, soit un autre, soit l'atome de sodium lui-même, qui reémet la raie D, soit un système plus complexe, qui ne l'émet pas, et donne le spectre cannelé vert. Cela suggère une explication pour les séries de raies équidistantes dans l'échelle des longueurs d'onde, isolées par M. Wood, en utilisant certaines excitations monochromatiques : la raie $480^{\mu\mu}$ du cadmium, par exemple, fait apparaître une série de 15 raies (avec deux lacunes) dont les longueurs d'onde diffèrent de quantités toutes voisines de $3^{\mu\mu},7$. Autrement dit, les longueurs d'onde des raies de la série se suivent en progression arithmétique. On conçoit qu'il en puisse être ainsi pour les longueurs d'onde de vibration propre d'un ensemble de résonnateurs constitués chacun par un atome ou une molécule de sodium, auquel viendrait se lier 1, ou 2, ou 3, ..., ou n atomes, ou fractions d'atomes (ions ou électrons?) d'un gaz étranger. Les raies manquantes dans la série correspondraient à des associations non représentées, ou pratiquement inexistantes par trop grande instabilité.

Un fait d'une tout autre nature vient appuyer l'hypothèse d'une combinaison instable, au moins à basse température, entre la vapeur de sodium et les gaz dégagés : à une température déterminée, entre 300° et 400°, ce mélange attaque le verre, en le brunissant, d'une manière incomparablement plus faible que la vapeur de sodium pure.

Une particularité très remarquable est que si la proportion des impuretés gazeuses a une valeur convenable, les deux systèmes vibrants dont il vient d'être question peuvent être excités simultanément, dans un même tube, par des sources lumineuses de nature très peu différente. En écartant suffisamment l'un de l'autre les charbons de l'arc, on peut séparer, dans la vapeur, deux faisceaux fluorescents qui correspondent, l'un au cratère positif, le plus intense, l'autre au charbon négatif. Dans le cas de la vapeur de sodium pure, ces deux faisceaux sont jaunes; dans le cas où la proportion des gaz émis est assez grande, ces deux faisceaux sont verts. Mais on peut réaliser un cas intermédiaire où *le faisceau correspondant au cratère positif est vert, tandis que le faisceau qui correspond au charbon négatif est jaune*. La différenciation des effets est alors considérable, tandis que la différenciation des causes l'est peu : c'est seulement avec un réseau assez dispersif que l'on constate que, dans la lumière émise par le cratère, les raies métalliques, dues aux impuretés des charbons, sont légèrement renversées.

Il sera intéressant de voir si les spectres d'absorption correspondant aux deux faisceaux présentent une différence corrélative de celle des spectres de fluorescence.

L'action des gaz primitivement occlus sur la couleur de la fluorescence est sans doute à rapprocher de celle que M. Wood a récemment découverte relativement à l'action de l'hélium sur la fluorescence de la vapeur d'iode [1]. L'analyse précise de ces gaz pourra peut-être aussi présenter quelque intérêt.

PHYSICO-CHIMIE. — *Biréfringence magnétique et constitution chimique.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

Nous avons signalé antérieurement la biréfringence magnétique que possèdent de nombreux liquides organiques. Dans nos premières recherches [2] sur ce phénomène, nous avons étudié comment il variait avec l'intensité du champ magnétique, avec la nature de la radiation et avec la température. Nous avons effectué depuis un ensemble de mesures en vue de rechercher comment la grandeur de la biréfringence était reliée à la constitution chimique. Ces mesures ont porté sur une centaine de composés, pour la plu-

(1) *Phil. Mag.*, t. XX, 1911, p. 261-268.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XIX, 1910, p. 153, et t. XX, 1910, p. 194.

part liquides à la température ordinaire; nous ne nous occuperons pas aujourd'hui des solutions.

Pour définir dans une certaine mesure les liquides dont nons nous sommes servis, nous les avons soumis en outre à des mesures réfractométriques. Nous remercions bien vivement plusieurs chimistes qui ont facilité notre travail; notamment M. Darzens, M. Vavon, qui nous ont procuré quelques corps intéressants, et M. Pascal qui a mis à notre disposition bon nombre de produits qu'il avait purifiés pour ses mesures magnétiques.

Les mesures ont été faites en déterminant dans chaque cas le rapport de la biréfringence du liquide étudié à celle de la *nitrobenzine :* celle de ce corps de comparaison est en effet connue en valeur absolue et l'on sait comment elle varie avec la température. Soient b les rapports en question multipliés par 100 : ils représentent les biréfringences relatives des différents liquides *à épaisseur égale*. En divisant dans chaque cas b par la densité d du liquide, on obtient un quotient b_s que nous appellerons *biréfringence magnétique spécifique*. Les valeurs de b_s sont proportionnelles aux biréfringences que l'on aurait trouvées si le faisceau lumineux avait rencontré sur sa route (dans des tubes d'égale section) des *masses égales* des corps étudiés placés dans le même champ [1].

L'exemple suivant, se rapportant aux dérivés du toluène chlorés dans la chaîne latérale, suffit à montrer l'intérêt de la considération de ces rapports :

	Températures.	b.	b_s.
$C^6H^5CH^3$	17°,5	24,5	28,2
$C^6H^5CH^2Cl$	16,6	24,2	21,8
$C^6H^5CHCl^2$	16,6	23,8	19,0
$C^6H^5CCl^3$	17,0	25,4	18,4

On voit que du toluène au phénylchloroforme les biréfringences spécifiques décroissent régulièrement.

Nous ne donnerons pas ici les Tables des valeurs de b et de b_s, mais nous indiquerons quelques-unes des remarques qui se dégagent nettement de leur examen. Il sera intéressant de les rapprocher de remarques analogues faites par Leiser et par A. Lippmann sur la biréfringence électrique [2].

---

(1) On peut calculer aussi des biréfringences magnétiques *moléculaires*, mais la considération des biréfringences spécifiques nous a paru plus utile.

(2) LEISER, *Abhandl. d. d. Bunsen Gesell.*, 1910, n° 4. — A. LIPPMANN, *Zeits. f. Elektrochemie*, t. XVII, 1911, p. 15.

1. Le rôle important d'un noyau benzénique (ou d'un noyau analogue) apparaît toujours avec netteté, comme nous l'avions déjà signalé. Tous les liquides dont la molécule renferme ces noyaux ont une biréfringence magnétique positive facile à mesurer. Les nombres trouvés pour b_s ont varié entre 13,5 (benzine monoiodée) et 149 (α-naphtonitrile surfondu).

Lorsqu'on altère ces noyaux en y supprimant des doubles liaisons, la biréfringence magnétique diminue toujours. Nulle dans le cyclohexane, elle est à peine mesurable dans le cyclohexène. D'autre part, l'hydrindène est beaucoup moins actif que l'indène, la tétrahydroquinoléine que la quinoléine. La différence profonde qui sépare le noyau benzénique des noyaux terpéniques se marque de la même manière. Le pinène, le limonène et, d'une façon plus certaine encore, leurs hydrures ne présentent aucune biréfringence magnétique notable.

2. Au lieu de modifier le noyau, remplaçons un ou plusieurs des atomes d'hydrogène qui y sont attachés par des atomes ou des groupements monovalents. La biréfringence reste du même ordre de grandeur, mais augmente ou diminue. Considérons par exemple les dérivés monosubstitués de la benzine et appelons *additifs* les atomes ou groupements qui augmentent la biréfringence spécifique positive de la benzine, *soustractifs* ceux qui la diminuent. Dans le premier cas se trouveront les groupements $- NO^2$, $- CH = C\begin{smallmatrix} / H \\ \backslash R \end{smallmatrix}$, $- C\begin{smallmatrix} /\!\!/ O \\ \backslash R \end{smallmatrix}$, $- CN$, etc. (R étant un atome d'hydrogène ou un radical monovalent). Dans le second se trouveront I, NH^2, Br, Cl, etc.

Or, en étudiant les dérivés monosubstitués de la naphtaline, nous avons constaté que ces groupements jouent encore le même rôle et que, par ordre d'activité, ils se rangent de la même manière, chacun des corps étant d'ailleurs plus biréfringent que le dérivé benzénique correspondant. C'est cette remarque qui nous a servi à trouver des corps à l'état liquide ou dissous plus actifs que la nitrobenzine. Elle paraît s'étendre au cas des quelques corps renfermant des noyaux complexes ou hétérocycliques que nous avons étudiés.

3. On reconnaît encore l'influence des mêmes atomes ou groupements lorsqu'on en introduit plusieurs, identiques, dans le même noyau; mais les places auxquelles s'effectuent les substitutions ont une certaine importance, car les isomères de position donnent des résultats différents : le métaxylène, par exemple, est un peu moins actif que les deux autres xylènes; le mési-

tylène est nettement moins actif que le pseudocumène. Enfin même dans le cas, plus compliqué, où l'on substitue à la fois plusieurs groupements différents, ceux qui sont très actifs, comme NO^2, semblent jouer encore le même rôle que dans les composés plus simples; le rattachement immédiat au noyau d'un carbone à liaison éthylénique fait aussi sentir nettement son influence, tandis qu'une liaison éthylénique placée plus loin du noyau n'a plus la même action (comparaison de l'eugénol et de l'isoeugénol, du safrol et de l'isosafrol).

Signalons seulement aujourd'hui, d'une part, que le rôle attribué aux groupements nous a conduits à reconnaître l'existence d'une faible biréfringence magnétique dans certains corps non aromatiques; d'autre part, que leur intervention s'explique simplement dans l'hypothèse de l'orientation moléculaire qui nous sert constamment de guide dans ces recherches.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates du chlorure de zirconyle.* Note de M. **Ed. Chauvenet**, présentée par M. Le Chatelier.

On a décrit six hydrates différents de $ZrOCl^2$, à 9 (1), 8 (2), 6,5 (3), 6 (4), 4,5 (5) et $3H^2O$ (6).

Les deux premiers s'obtiendraient toutes les fois qu'on évapore soit à froid, soit à chaud, mais en évitant l'ébullition, une dissolution aqueuse de $ZrCl^4$ ou encore une dissolution chlorhydrique d'hydrate de zirconium. Les hydrates à 6,5, à 6 et à $4,5H^2O$ prendraient naissance, ou bien en déshydratant à des températures convenables les corps à 9^{mol} ou à 8^{mol} d'eau, ou bien en additionnant de HCl une dissolution chlorhydrique de $Zr(OH)^4$. Enfin, en ajoutant un excès de HCl à une dissolution saturée d'oxychlorure de zirconium, on précipiterait, d'après Venable, le composé à $3H^2O$; cette combinaison s'obtiendrait de même en desséchant à 100° les hydrates précédents dans un courant de gaz chlorhydrique.

Une question se pose tout de suite : les hydrates à 8 et à 9 H^2O sont-ils vraiment des composés différents? Il y a lieu d'ailleurs de faire la même remarque à propos des combinaisons à 4,5, 6 et 6,5 H^2O; il était nécessaire

(1) Hermann, *Jahr.*, 1866, p. 189 et 191.
(2) et (3) Paijkull, *Jahr.*, 1873, p. 263, et 1879, p. 241.
(4) Venable et Baskerville, *J. am. chem. Soc.*, t. XIX, 1897, p. 12, et t. XX, 1898, p. 321.
(5) Melliss, *Z. Chem.*, 2e série, t. VI, 1870, p. 296.
(6) Venable, *loc. cit.*

enfin de mieux préciser les conditions de formation de ces différents dérivés. Pour ces motifs, il m'a paru intéressant de reprendre cette étude.

C'est la méthode thermochimique que j'ai utilisée pour déterminer l'existence des hydrates du chlorure de zirconyle.

Dans ce but, j'ai construit la courbe dont les coordonnées sont, d'une part, les chaleurs de dissolution et, de l'autre, les poids moléculaires des différents mélanges d'eau et d'oxychlorure de zirconium correspondant à tous les hydrates possibles.

Or les points qui correspondent aux mélanges à 6,5, 4,5, $3H^2O$, etc., se placent exactement sur les droites; au contraire, les seuls points anguleux observés correspondent aux produits à 2, 3,5, 6 et $8H^2O$. Il ne me restait donc plus qu'à retrouver expérimentalement les combinaisons signalées par l'examen de ma courbe.

L'évaporation à froid ([1]) ou à chaud d'une dissolution aqueuse de $ZrCl^4$ ou encore d'une dissolution chlorhydrique de $Zr(OH)^4$, laisse déposer un produit se présentant tantôt en belles aiguilles, tantôt en gros cristaux, lesquels, pulvérisés et desséchés à 15° à l'air ordinaire jusqu'à poids constant, répondent à la formule $ZrOCl^2, 8H^2O$. Contrairement à ce qui a été décrit, on peut atteindre l'ébullition de la dissolution sans modifier la composition des cristaux qui se déposent par refroidissement de la liqueur; contrairement aussi à l'indication de Venable, ces cristaux ne constituent point des mélanges complexes de chlorures et d'oxychlorures, ils possèdent une constitution bien certaine et toujours constante, quelle que soit la température à laquelle a été opérée l'évaporation.

$ZrOCl^2, 8H^2O$ est très soluble dans l'eau, moins soluble dans une dissolution chlorhydrique et presque insoluble dans HCl concentré; aussi est-il évident que l'addition d'acide chlorhydrique à une dissolution saturée d'oxychlorure produira un précipité, lequel, séché à l'air ordinaire, est d'ailleurs uniquement constitué par l'hydrate à $8H^2O$ (et non pas par celui à $3H^2O$, ainsi que cela a été décrit).

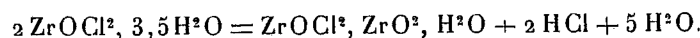
Les cristaux peuvent être desséchés à l'air (à la condition de ne pas dépasser 50°), ils se déshydratent sans jamais perdre d'acide chlorhydrique. Dans l'air sec, ils s'effleurissent rapidement, et la perte de poids s'arrête quand la composition de la substance est celle de $ZrOCl^2, 6H^2O$; la déshydratation va plus loin à 15° dans le vide sec; on obtient alors

---

([1]) L'évaporation, même à froid, d'une dissolution aqueuse de $ZrCl^4$ ne permet pas d'obtenir, en effet, d'hydrate de chlorure de zirconium.

comme limite l'hydrate $ZrOCl^2, 3,5H^2O$; cette même combinaison prend encore naissance lorsqu'on chauffe à 50° dans un courant d'air sec le corps à $8H^2O$ ou bien celui à $6H^2O$.

Lorsqu'on soumet l'un quelconque des hydrates précédents à l'action de la chaleur (100° à 150°) dans le but d'en poursuivre la déshydratation, on observe deux réactions tout à fait différentes, selon que l'opération se fait à l'air, ou bien selon qu'elle se fait dans un courant de gaz chlorhydrique. Dans le premier cas, 1^{mol} de $ZrOCl^2$, réagissant avec H^2O, donne 1^{mol} de ZrO^2, laquelle se combine avec $ZrOCl^2$ et H^2O selon la réaction suivante :



$$2\,ZrOCl^2, 3,5H^2O = ZrOCl^2, ZrO^2, H^2O + 2\,HCl + 5\,H^2O.$$

Résultats de l'analyse :

Zr pour 100.....	56,68	au lieu de	57,05
Cl.............	22,17	au lieu de	22,32

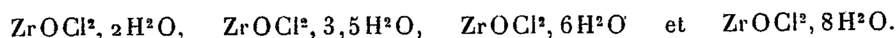
Dans un courant d'acide chlorhydrique, il y a simplement départ d'eau, d'où il résulte la formation d'une nouvelle combinaison, $ZrOCl^2, 2H^2O$ (1).

C'est le dernier terme d'hydratation du chlorure de zirconyle, car dès qu'on dépasse 150°, $ZrOCl^2, 2H^2O$ perd en partie son eau, laquelle, devenue libre, réagit avec la substance pour donner une nouvelle série de combinaisons oxychlorées. Toutefois, il n'est pas possible, par cette méthode, d'obtenir $ZrOCl^2$ anhydre.

Résultats thermiques :

	Chaleur de dissolution.	Chaleur de fixation		
		de n^{mol} de H^2O sur $ZrOCl^2, 2H^2O$.	de n'^{mol} de H^2O sur l'hydrate précédent.	de 1^{mol} de H^2O sur l'hydrate précédent.
	Cal	Cal	Cal	Cal
$ZrOCl^2, 2\,H^2O + Aq = +$	16	»	»	»
$ZrOCl^2, 3,5H^2O + Aq = +$	9	7	7	4,66
$ZrOCl^2, 6\,H^2O + Aq = +$	0,7	15,3	8,3	3,32
$ZrOCl^2, 8\,H^2O + Aq = +$	3	19	3,7	1,85

Les seuls hydrates définis du chlorure de zirconyle que j'ai trouvés dans les conditions expérimentales dans lesquelles je me suis placé sont donc les suivants :



$ZrOCl^2, 2H^2O$, $ZrOCl^2, 3,5H^2O$, $ZrOCl^2, 6H^2O$ et $ZrOCl^2, 8H^2O$.

(1) On ne constate jamais, dans cette réaction, la formation de $ZrCl^4$, contrairement à ce qui a été décrit.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de blocs calcaires métamorphisés dans les tufs ponceux anciens de la Montagne Pelée.* Note de M. **Dublancq-Laborde**, présentée par M. A. Lacroix.

La Martinique est essentiellement de nature volcanique; quelques assises calcaires, oligocènes et miocènes seulement sont intercalées dans les tufs basiques du sud-est de l'île. Aucun sédiment n'a été jusqu'ici rencontré dans le massif de la Montagne Pelée, aussi me paraît-il utile de signaler à l'Académie une découverte que j'ai faite, il y a deux ans, et dont je poursuis l'étude depuis cette époque.

L'anéantissement de toute la végétation au cours de l'éruption de 1902 a depuis lors rendu particulièrement destructrices les actions torrentielles, s'exerçant sur un sol dénudé; les cendres et les autres matériaux de projection de la dernière éruption sont assez rapidement emportés par les eaux, qui, en outre, en maints endroits, ont enlevé la terre végétale, puis raviné le vieux sol constitué par un tuf ponceux. Les falaises de certains ravins, affouillées par les torrents, s'éboulent; les matériaux fins sont entraînés à la mer, alors que les blocs volumineux restent sur place ou se concentrent dans des points favorables. C'est grâce à cette particularité qu'il m'a été possible de trouver les calcaires, qui font l'objet de cette Note.

En remontant, non sans peine et parfois non sans danger, le lit de la petite rivière Paillacard, située au sud du Prêcheur, sur la côte nord-nord-ouest de l'île, j'ai rencontré tout d'abord des blocs calcaires, que j'ai retrouvés ensuite dans les profonds ravins du Morne Fortuné (entre le Piton Pierreux et le Piton Marcel) sur la rive gauche de la rivière du Céron.

Ces blocs ne proviennent pas d'assises en place, ils constituent des enclaves énormes dans le tuf ponceux et ils sont mis en liberté par sa désagrégation. Ils y sont par places tellement abondants, que l'on ne peut gratter le sol sans en trouver plusieurs. Ils se concentrent dans le lit des rivières pour former des accumulations, parmi lesquelles j'ai vu des monolites atteignant 20^{m^3}. Il semble qu'au moment de l'éruption ancienne du tuf ponceux tout le versant occidental de la Montagne Pelée ait été couvert par les projections de ces débris d'un sous-sol calcaire, débris qui n'ont pas été rencontrés encore sur les autres versants. Parmi ces calcaires, les uns sont très compacts, rubanés, d'un blanc grisâtre ou jaunâtre, à peu près

dépourvus de fossiles; les autres, au contraire, sont riches en débris organisés. Les savants paléontologistes qui ont bien voulu les examiner sont unanimes à penser qu'ils appartiennent au Miocène ([1]); leur étude paléontologique plus détaillée sera poursuivie ultérieurement; je me contenterai pour l'instant de faire remarquer que la présence de ces roches dans ces tufs indique que certaines des couches sédimentaires du sud-est de l'île, étudiées par M. J. Giraud, se prolongent sous la couverture de matériaux volcaniques constituant la Montagne Pelée.

Leur intérêt ne réside pas seulement dans cette constatation géologique; quelques blocs sont en effet adhérents à des laves et ont subi des phénomènes métamorphiques.

Au contact immédiat, la cristallinité du calcaire est un peu augmentée; des lits de calcite, en grandes plages limpides, alternent avec des zones à grain plus fin, dans lesquelles le carbonate de chaux est mélangé à de petits cristaux et à des grains de grenat, incolores en lames minces ou teintés de jaune, présentant un centre trouble, qui les fait ressembler à l'ornithophthalme des calcaires métamorphiques du Kaiserstuhl. Dans un échantillon, j'ai observé une substance blanche, fibreuse, en partie transformée en calcite, qui semble résulter de la décomposition de wollastonite.

La roche volcanique est une andésilabradorite à hypersthène du type commun à la Martinique. L'hypersthène est toujours transformé en bowlingite; le centre (plus basique) des plagioclases, même dans les échantillons les moins altérés, est toujours épigénisé par de l'opale; souvent, en outre, la roche est profondément calcifiée.

La ligne de séparation avec le calcaire est généralement constituée par une mince zone de pyroxène vert, au delà de laquelle l'andésite est remplie de petits cristaux de grenat et de pyroxène incolore, dont l'origine endomorphe n'est pas douteuse.

Enfin, j'ai rencontré quelques blocs d'une roche blanche ayant l'aspect d'opale, rappelant certains types d'andésite entièrement transformés par fumerolle, qui ont été rejetés par les grandes explosions de l'éruption de 1902 et qui ont été décrits par M. A. Lacroix ([2]). Mais leur altération est plus profonde et les minéraux néogènes à la fois moins nombreux et d'une

---

([1]) M. H. Douvillé a reconnu des *Amphistégines* parmi les Foraminifères; M. Filliozat, le genre *Cyphastræa* parmi les Polypiers; Mme Lemoine a déterminé plusieurs espèces de *Lithothamniées* parmi les Algues calcaires.

([2]) *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 546.

autre nature. On n'y distingue plus que vaguement la structure originelle de l'andésite; dans un fond colloïde d'opale, se voient des ponctuations pyroxéniques, des lamelles d'hématite et de petits cristaux de grenat, d'un jaune foncé, possédant la structure optique de l'aplôme. Ce même minéral s'isole dans de petites géodes en rhombododécaèdres $b^1(110)$ très brillants, d'environ $0^{mm},25$; ils sont surtout abondants à la périphérie des blocs et dans leurs fentes.

Le nombre des exemples actuellement connus de modification de calcaire au contact d'andésite étant très faible, celui que fournit la Montagne Pelée méritait d'être décrit.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les limites de la germination des graines soumises à l'action de solutions diverses.* Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

En étudiant les graines de Cresson alénois, j'ai fait de nombreuses expériences dont les résultats, rapprochés les uns des autres, ont donné les principaux éléments d'une courbe dont l'interprétation me paraît, à plusieurs titres, assez intéressante pour que je la signale.

Voyons d'abord une première expérience. Des graines avaient été mises dans des solutions alcooliques de plus en plus diluées; après un certain temps, elles furent retirées et semées sur une mince couche d'eau de source, dans de petits cristallisoirs recouverts d'un verre de montre. La germination inégale de ces graines mit en évidence trois groupes, avec deux limites, dans les solutions d'où elles provenaient :

1° Solutions très concentrées, alcool absolu, alcool à 94°, etc., où les graines avaient conservé leur pouvoir germinatif, puisqu'elles germaient encore dans la deuxième partie de l'expérience ;

2° Solutions plus diluées où les graines avaient perdu leur pouvoir germinatif, puisqu'elles ne germaient plus ;

3° Solutions très diluées où les graines avaient encore conservé leur pouvoir germinatif.

En reprenant l'expérience avec des solutions de mêmes concentrations et variant un peu la durée du séjour dans ces solutions, la germination classait encore celles-ci en trois groupes, mais modifiait le nombre des termes de chaque groupe et déplaçait les limites. Des essais répétés m'ont fait voir que ces limites se trouvent sur une courbe très accentuée, à concavité

tournée vers le haut, et qu'on peut tracer en prenant, pour ordonnées, les temps de séjour dans les solutions et, pour abscisses, les dilutions de ces solutions.

Voici, à titre d'exemple, un Tableau qui schématise assez convenablement une partie intéressante de cette courbe. Il donne, comme premiers résultats d'une expérience de plus d'une semaine, les nombres de graines germées, sur 10 graines semées, après séjour variable dans 7 solutions que je désigne par leur dilution rapportée à l'alcool absolu.

Durée du séjour dans les solutions.	Dilutions : Graines germées qui en proviennent						
	0,5.	1.	2.	3.	5,5.	7,5.	12,5.
heures							
50.........	0	0	0	0	0	0	7
30.........	0	0	0	0	0	0	7
25.........	0	0	0	0	0	0	8
20.........	0	0	0	0	0	0	9
10.........	0	0	0	0	0	4	7
9.........	0	0	0	0	0	3	7
8.........	0	0	0	0	0	2	6
7.........	0	0	0	0	0	6	6
6.........	2	0	0	0	0	4	6
5.........	6	0	0	0	0	5	8
4.........	8	0	0	0	4	9	8
3.........	10	3	0	2	8	6	8
2.........	10	10	4	9	8	6	9
1.........	10	10	10	10	10	8	10

La seule inspection de ce Tableau suffit pour faire saisir l'allure de la courbe des limites. Cette courbe se prolonge, à droite et à gauche, comme nous le verrons; mais je crois utile de définir d'abord les dilutions ainsi que les nombres qui les représentent et sont portés sur l'axe des x. Dans ce but, interprétons l'opération par laquelle on obtient une solution à n pour 100, à l'aide d'une solution plus forte, à m pour 100, en désignant par D le nombre des parties d'eau qu'il faut ajouter à une partie de cette solution forte. Avant l'opération, une partie de la solution initiale contient $\frac{m}{100}$ du corps dissous; après l'opération, une partie de la nouvelle solution n'en renferme plus que $\frac{m}{100(1+D)}$; mais, par définition, elle doit aussi en contenir $\frac{n}{100}$, donc $\frac{n}{100} = \frac{m}{100(1+D)}$, d'où l'on tire $D = \frac{m-n}{n} = \frac{m}{n} - 1$.

D représente ce que j'appelle la *dilution de la solution à n pour* 100 *par*

rapport à la solution à m pour 100 et je la définis : le nombre de parties d'eau (en poids ou en volumes) qu'il faut ajouter à une partie de la solution forte pour obtenir la solution faible. Si l'on considère une série de solutions dont la concentration va en diminuant de plus en plus, on pourra les représenter rationnellement par leurs dilutions, à condition de rapporter toutes celles-ci à une seule et même concentration qui donnera l'origine ou le zéro de ces dilutions. Pour cette concentration à m pour 100, on a $\frac{m}{n} - 1 = 0$; pour les autres concentrations, n pour 100 allant en diminuant indéfiniment, on aura $\frac{m}{n} - 1$ allant en augmentant indéfiniment. Dans le cas de mes solutions alcooliques, j'ai pris l'alcool absolu pour l'origine des dilutions et celles-ci ont été calculées par $\frac{100}{n} - 1$.

De tout ce qui précède et de la recherche des limites en deçà de la dilution à 0,5 et au delà de la dilution 12,5, faite pour essayer de compléter la courbe, il ressort que celle-ci présente plusieurs points dignes de retenir l'attention :

1° Un point qui se trouverait sur l'axe des y et donnerait la limite du séjour des graines dans la solution de dilution 0, limite au-dessus de laquelle le pouvoir germinatif disparaîtrait complètement. Je le désigne par A; d'après mes expériences, il serait au-dessus de 50 jours;

2° Un point B, marquant la limite du séjour des graines dans toutes les solutions, limite au-dessous de laquelle le pouvoir germinatif est conservé quelle que soit la dilution. D'après le Tableau précédent, il se trouverait à l'intersection des coordonnées du temps 3 heures et de la dilution 2 ;

3° Enfin, un point C, à partir duquel la courbe se continue par une ligne perpendiculaire à l'axe des x, ligne à droite de laquelle les dilutions sont telles que les graines germent dans les solutions alcooliques elles-mêmes. La perpendiculaire limite correspondrait à une dilution comprise entre 40 et 50, d'après mes essais.

Ces faits ne sont pas particuliers à l'alcool ni au Cresson alénois. En effet, les graines de ce Cresson et celles du Radis m'ont donné, avec la série des solutions de $NaCl$, des courbes comparables à celle que nous avons détaillée.

Comme ces deux sortes de graines ne sont pas également protégées, ainsi que je m'en suis rendu compte dans des circonstances différentes, on est amené à penser que d'autres graines pourraient fournir de semblables courbes. Alors il serait très intéressant de les étudier dans un grand nombre de plantes, avec des sels divers; car, en sélectionnant les résultats,

on en pourrait tirer des enseignements précieux. Par exemple, dans la partie gauche de la courbe, au voisinage ou au-dessous de A, on trouverait peut-être des indications utiles à la stérilisation des graines en respectant leur pouvoir germinatif. Le point A, lui-même, serait intéressant à étudier au point de vue de la vie ralentie ou de la vie suspendue de la graine; il fournirait peut-être des renseignements pour savoir dans quelle mesure la durée du pouvoir germinatif des graines est sous la dépendance de causes seulement internes, ou seulement externes, ou encore mixtes. Il est vrai de dire que, dans ce cas, il faudrait faire des expériences de longue durée, par exemple de 4 ou 5 ans au moins, pour le Cresson alénois; d'un nombre beaucoup plus considérable d'années pour d'autres plantes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de l'anaphylaxie.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, transmise par M. Bouchard.

D'après M. Charles Richet, à qui nous devons l'importante découverte de l'anaphylaxie, le *choc anaphylactique* résulterait de la formation dans l'organisme d'un poison nouveau, l'apotoxine, résultant lui-même de la combinaison de l'antigène réinjecté avec une substance particulière, la toxogénine engendrée par une réaction de l'organisme à la suite de l'injection préparante.

Ces expériences, dont nous communiquons aujourd'hui les résultats, semblent devoir apporter quelque lumière dans la question encore si obscure de l'origine de la toxogénine et de la cause du choc anaphylactique.

I. *Influence de la section d'un nerf sciatique ou d'une hémisection de la moelle épinière sur la sensibilité des lapins à l'urohypotensine.*

Des lapins ayant subi depuis quelques jours la section d'un sciatique sont tués par une dose d'urohypotensine qui ne détermine que des troubles passagers chez un animal normal. Les lapins meurent avec tous les symptômes du choc anaphylactique et la mort est d'autant plus rapide que la dégénérescence du nerf sectionné est plus avancée.

On obtient les mêmes résultats après une hémisection de la moelle épinière au niveau du tiers inférieur de la région dorsale.

Par contre, l'injection d'urohypotensine faite avant que la dégénérescence se soit produite ne détermine que des troubles passagers.

II. *Injection d'extrait aqueux de substance nerveuse dégénérée et d'urohypotensine.*

L'injection de cet extrait sans addition d'urohypotensine ne détermine pas la mort, Mais si l'on injecte, en même temps que l'extrait de moelle dégénérée (12 jours après l'hémisection), une dose d'urohypotensine non mortelle pour un lapin normal, la mort survient très rapidement avec les symptômes du choc anaphylactique. La mort est d'autant plus rapide et les signes d'autant plus dramatiques que la dégénérescence est plus avancée.

Par contre, l'injection d'un extrait de moelle normale additionné d'urohypotensine dans les mêmes conditions n'entraîne pas la mort.

III. *Toxicité de la substance nerveuse des lapins tués par l'injection d'un extrait de moelle dégénérée additionné d'urohypotensine.*

L'extrait de la moelle d'un lapin mort dans des conditions que nous venons d'exposer détermine la mort très rapide d'un lapin normal avec les signes du choc anaphylactique.

IV. *Interprétation des résultats.* — Nous pensons qu'au cours de la dégénérescence de la substance nerveuse, il se produit des substances toxiques ou mieux toxogènes (toxogénine) et que leur combinaison avec l'urohypotensine (antigène) a comme conséquence la formation de l'apotoxine.

On pourrait donc considérer la toxogénine comme un produit du métabolisme de la substance nerveuse altérée par une première injection d'antigène. L'action de l'antigène sur les éléments nerveux, pour si peu apparente qu'elle puisse être, doit entraîner un trouble de leur métabolisme dont le résultat serait la formation de la toxogénine.

Son apparition traduirait une dégénérescence plus ou moins profonde des éléments nerveux.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Crustacés parasites annélidicoles provenant de la seconde expédition antarctique française.* Note [1] de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans la collection d'Annélides Polychètes recueillis dans l'Antarctique sud-américain par M. le Dr J. Liouville, un certain nombre d'exemplaires étaient parasités par des Crustacés qui se rapportent à quatre espèces différentes. Deux d'entre elles appartiennent à des genres qui ne sont connus que dans l'Atlantique septentrional. L'*Herpyllobius arcticus* Steenstrup et Lütken que j'ai pu étudier sur trois Polynoïdiens différents de l'expédition

[1] Présentée dans la séance du 4 mars 1912.

du *Pourquoi-Pas* est un des Copépodes annélidicoles les plus singuliers et l'un des plus profondément dégradés par la vie fixée et parasite.

Il s'attache à son hôte à l'aide d'un robuste suçoir qui pénètre dans la cavité générale de l'Annélide. Sur le bord libre du suçoir, à l'intérieur du Polychète par conséquent, s'insère un organe énigmatique ayant l'aspect d'une feuille pétiolée relativement très développée, qui a soulevé de vives discussions entre H. Kröyer et J. Steenstrup. Les zoologistes scandinaves mentionnent simplement qu'ils ont trouvé le Crustacé sur le dos des Annélides Polychètes. Dans tous les cas que j'ai pu étudier moi-même, l'habitat du parasite est bien déterminé. Tantôt, et le plus souvent, la fixation se fait sur un segment de rang quelconque; tantôt elle se fait sur la tête même (prostomium) de l'Annélide. Dans le premier cas, le suçoir s'enfonce dans les tissus de l'hôte, au sommet de l'élytrophore. Il y a sans doute là un point de moindre résistance; la pénétration y est plus facile qu'en beaucoup d'autres régions du corps où la cuticule est plus épaisse et la musculature superficielle plus compacte. L'orientation du parasite par rapport à l'hôte est constante : les sacs ovigères reposent sur le dos de l'Annélide; le corps est placé vers l'extérieur et s'appuie sur les soies de la rame supérieure. Le parasite s'installe probablement sur un élytrophore dépourvu de son élytre, ou bien encore sur un animal jeune dont la cuticule est mince et facile à percer. Le Copépode se fixe parfois aussi sur la tête de l'Annélide; le suçoir pénètre alors sous le cerveau dans la cavité générale; la languette qui lui est annexée peut s'étendre jusqu'au niveau du neuvième segment sétigère, au-dessus de la puissante trompe du Polynoïdien.

Sur l'*Hermadion Rouchi* Gravier, M. Le Dr Liouville a recueilli le *Selioides tardus* Gravier, voisin du *Selioides Bolbrœi*, que Levinsen a décrit d'après des spécimens trouvés à Egedesminde (Groenland) sur le dos de l'*Harmothoe imbricata* (L.).

Ce Copépode est essentiellement caractérisé par ses appendices médians; chacun de ceux-ci se termine par une plaque chitinisée sur son bord, et qui fonctionne vraisemblablement comme ventouse. Grâce à cette seconde paire de pattes modifiées, le parasite adhère fortement à son hôte. Les pattes de la première et de la troisième paire, relativement débiles, repliées presque parallèlement à la face ventrale, terminées par de longues soies recourbées, ne peuvent servir à une déambulation rapide, moins encore à la natation. D'ailleurs, la forme très lourde de l'animal indique qu'il doit avoir une allure très lente quand il se déplace. Avec sa tête saillante, ses fortes mandibules dentées en scie le long du bord interne et ses puissants maxillipèdes, peut-être parvient-il à perforer le tégument de son hôte et à puiser directement sa nourriture à l'intérieur de ce dernier.

L'un des deux autres parasites, appartenant à un genre nouveau, le *Thylacoides Sarsi* Gravier, a été trouvé par M. le Dr J. Liouville sur un exemplaire de *Trypanosyllis gigantea* (Mac Intosh) : c'est le premier Crustacé parasite signalé sur un Syllidien; son aspect général rappelle

celui de l'*Eurysilenium truncatum* Sars, parasite d'un Polynoïdien, l'*Harmothoe imbricata* (L.).

Comme son nom le rappelle, ce parasite, très dégradé par la vie fixée, a la forme d'un sac ou d'une poche; il atteint $3^{mm},6$ dans sa plus grande largeur et $2^{mm},2$ de longueur. Il est attaché solidement à son hôte par une tige un peu renflée dans sa partie moyenne, dont l'extrémité libre est une sorte de sole aplatie à bord épaissi et chitinisé; c'est ce que Michaël Sars appelle l'acetabulum chez l'*Eurysilenium truncatum*. La face excavée qui porte les sacs ovigères présente un cadre chitineux complexe, sur lequel est inséré de chaque côté un appendice singulier, difficile à interpréter, et qui représente sans doute les derniers vestiges de l'armature buccale; ce sont, d'ailleurs, les seuls appendices de ce singulier Crustacé, dont le mâle est nain et parasite lui-même la femelle.

Enfin, dans l'intestin d'un Serpulien type d'un genre nouveau, le *Cystopomatus Mac Intoshi* Gravier, j'ai découvert un Copépode d'un genre nouveau, le *Bactropus cystopomati* Gravier.

C'est un Crustacé vermiforme, dont les quatre premiers segments thoraciques portent, insérés ventralement, quatre paires d'appendices courts, biramés, dont l'une des branches est rudimentaire. Le cinquième segment thoracique est muni de deux grandes lames foliacées terminées à leur extrémité postérieure par deux crochets; ces lames jouent vraisemblablement le rôle de béquilles sur lesquelles s'appuie l'animal pour se maintenir dans le tube digestif de son hôte, d'où tendent à l'expulser les matières nutritives qui traversent l'intestin de l'Annélide. Le *Bactropus cystopomati* paraît se rattacher au même groupe que l'*Entobius loimiœ* Dogiel, le *Seridium rugosum* Giesbrecht, le *Donusa clymenicola* Nordmann, etc., dont il se distingue surtout par le prolongement frontal et par les appendices du dernier segment thoracique. Ces différents Copépodes peuvent être rangés provisoirement dans la famille des Ascidicolidés, famille hétérogène, sûrement polyphylétique et qu'il faudra quelque jour démembrer.

Les Crustacés parasites signalés dans cette Note font l'objet d'un Mémoire orné de nombreuses figures et qui sera inséré dans les publications relatives à la seconde expédition antarctique française.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur la mémoire et sa nature chez un poisson marin, Serranus scriba* (Cuv.). Note de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Dans mes deux Notes précédentes (¹) j'ai expliqué la technique

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, p. 455 et 459.

que j'ai employée. Elle a été cependant légèrement modifiée, dans les expériences ci-dessous :

J'ai immergé *verticalement* dans l'aquarium, où se trouvait toujours un seul *S. scriba*, deux cylindres de couleurs différentes (par exemple, rouge et vert) et suspendus à des cordons de soie de couleur correspondante. Dans un de ces deux cylindres (par exemple le rouge), j'ai placé une parcelle de nourriture, appliquée contre le cordon de soie. L'autre cylindre a été toujours dépourvu de nourriture. Les expériences ont été répétées tous les jours une fois. La durée de l'immersion des cylindres a été, les trois premiers jours, de 15 minutes ; le 4e jour, de 10 minutes ; le 5e jour et les suivants, de 5 minutes. Aussitôt après, j'ai enlevé les cylindres et l'expérience prenait fin.

Les deux premiers jours le poisson ne s'approche pas des cylindres. Le 3e jour, au bout de 15 minutes, le poisson s'approche de la nourriture et la mange. Le 4e jour, même résultat au bout de 5 minutes ; le 5e jour, même résultat après une demi-minute ; le 6e jour et jusqu'au 10e, le poisson s'élance immédiatement dans l'intérieur du cylindre rouge, dévore la nourriture et reste encore pendant 2 à 3 minutes, dans une position verticale à l'intérieur du cylindre. Le 11e jour, j'immerge un cylindre rouge et un vert dans lesquels il n'y avait *jamais* de nourriture, et *dépourvus* aussi cette fois-ci *de l'appât :* le poisson s'élance comme une flèche dans le cylindre rouge et reste là à attendre pendant 3 minutes.

C'est une preuve, comme je l'ai dit dans ma Note précédente, de la mémoire ou, si l'on veut, de ce que, dans le cerveau du poisson, une association s'était établie entre la sensation de la couleur rouge [1] et la sensation de la nourriture. J'ai établi, chez différents individus de *S. scriba* et à plusieurs reprises, suivant la technique de ma Note précédente, que cette mémoire dure 3, 6, 8, 11, 12, 14 et 19 jours. Ce dernier chiffre constitue le maximum de durée de la mémoire que j'ai obtenu par mes expériences, mais je suppose que, si le temps me l'avait permis, le maximum réel de la durée de la mémoire chez *S. scriba* aurait été plus élevé.

Avec d'autres sujets de *S. scriba*, lorsque, le onzième jour, j'ai constaté *le fait de la mémoire*, j'ai changé alors ma technique en ce qu'à partir de ce jour-là, j'ai immergé mes deux cylindres toujours *sans* y mettre de *nourriture*. Néanmoins, le poisson entrait immédiatement dans le cylindre positif et attendait. Après cette dernière réaction, je prenais toujours deux à trois petites parcelles de nourriture que je laissais tomber doucement dans le

(1) J'appellerai dans la suite le cylindre en couleur dans lequel le poisson recevait à manger « cylindre positif », et l'autre cylindre « cylindre neutre », sans attacher aucune signification spéciale à ces deux dénominations.

cylindre positif où le poisson, dans sa position d'attente, les saisissait au vol.

J'ai procédé ainsi jusqu'à la fin de mes expériences, c'est-à-dire pendant 6 mois encore. Les poissons se comportaient comme le onzième jour, encore pendant les 6 jours suivants; aussitôt après l'immersion de deux cylindres le poisson pénétrait à l'intérieur du cylindre positif et il y attendait que je laisse tomber doucement dans ce cylindre les deux à trois parcelles de nourriture qu'il saisissait au vol; mais j'ai pu constater que le poisson mangeait souvent une parcelle seulement et cela paraissait lui suffire.

Cependant les 18e, 19e et 20e jours, j'ai constaté avec surprise que le poisson pénétrait tout de suite dans le cylindre positif, mais *ne mangeait pas* la nourriture que je lui donnais; après 2 à 3 minutes de séjour dans le cylindre positif, il en sortait et allait se mettre dans un coin de son aquarium. Pendant ces 3 jours, j'ai pu constater chaque matin que les produits de la défécation ont été abondants. Je suppose donc que le poisson n'a pas eu faim pendant ces 3 jours. Ne pouvant pas bien m'expliquer pourquoi le poisson pénétrait quand même dans le cylindre positif, j'ai continué mes expériences et voici ce que j'ai constaté :

21e jour, le poisson se comporte comme le 11e jour; 22e jour, comme le 18e; 23e jour, comme le 11e; 24e et 25e jours, comme le 18e; 26e, 27e, 28e, comme le 11e; 29e à 31e jour, comme le 18e; 32e, comme le 11e; 33e à 35e, comme le 18e; 36e à 38e, comme le 11e; 39e, comme le 18e; 40e, comme le 11e; 41e, comme le 18e; 42e et 43e, comme le 11e; 45e à 47e, comme le 18e; et ainsi de suite pendant 4 mois encore. Si, pendant cette époque, j'interrompais mes expériences pendant quelques jours (3 à 19), le poisson entrait immédiatement après l'immersion dans le cylindre positif et mangeait!

Je dois conclure de toutes ces expériences que pendant les 11 premiers jours il s'agissait chez *S. scriba* d'une mémoire typique, résultat de processus associatifs; dans la suite, cependant, cela n'était plus de la mémoire, mais de l'habitude, une sorte de réflexe qui se produisait (le poisson entrant *toujours* dans le cylindre positif), même en l'absence du facteur très important, *la faim*.

Cette « habitude » a été très stable et infaillible, car même lorsque j'ai interrompu mes expériences pendant 19 jours, et que j'ai immergé alors les deux cylindres *sans nourriture*, le poisson entrait de suite dans le cylindre positif et attendait la nourriture que je lui laissais tomber dans ce cylindre.

Toutes ces expériences jettent un peu de lumière sur la nature de la mémoire chez les poissons marins. Dans les expériences que je suis en train

d'exécuter, j'ai introduit trois nouveaux procédés : l'élimination, la substitution et l'inversion du cylindre positif, et j'espère pouvoir de cette façon approfondir un peu nos connaissances concernant la nature des processus associatifs chez les poissons.

BACTÉRIOLOGIE. — Spirella canis, *n. g.*, *n. sp.*, *spirille de l'estomac du chien.* Note de MM. **O. Duboscq** et **Ch. Lebailly**, présentée par M. Yves Delage.

En 1892 (voir *Atti d. R. Accad. di Sc. di Torino*, t. XXVIII, ou *Arch. f. Mikr. Anat.*, Bd. XLII), Bizzozero fit connaître la présence constante de spirilles dans les glandes de l'estomac du chien. Il montra que ces spirilles se rencontrent soit dans la lumière des tubes glandulaires, soit dans les cellules bordantes où ils sont en contact direct avec le cytoplasme ou isolés dans des vacuoles. Ce parasite de l'estomac du chien a été, assez récemment, le sujet d'une polémique entre Regaud et Carnot et Lelièvre (*Comptes rendus Soc. Biologie*, 1909). Nous ne croyons pas qu'il ait été décrit par d'autres auteurs. Or, c'est une Spirillacée particulièrement intéressante puisque son corps a des mouvements propres de contraction, qui pourraient la faire prendre pour une Spirochétacée. Nous l'appellerons *Spirella canis*, n. g., n. sp.

Spirella canis ressemble à une petite spiruline qui serait pourvue d'un cil à chaque pôle. Certains individus, issus sans doute d'une division transversale récente, paraissent manquer de cil à l'une des extrémités ou n'avoir là tout au plus qu'un court prolongement. Le corps est constitué par un filament épais contourné en hélice, à pas serrés et à tours plus ou moins nombreux.

Les formes les plus communes (formes courtes) ont de 3 à 7 tours de spire. Ce sont les seules qui aient été vues par Bizzozero. Elles ont l'aspect de petites vis effilées seulement aux extrémités et toujours rectilignes dans leur ensemble. Il existe, en outre, dans l'estomac du chien, des formes longues ayant jusqu'à 20 tours de spire, et Regaud en figure de plus longues chez le spirille du chat. Ces longues *Spirella*, qui sont souvent intracellulaires (dans les canaux intracellulaires de Golgi des cellules bordantes), sont courbées en crochet, en U, en S ou de façon plus compliquée. Leur longueur, comme celle des formes précédentes, peut s'exprimer en μ par le nombre de leurs tours. Il faut compter, en plus, les cils terminaux qui mesurent de 3^{μ} à 4^{μ}, quelle que soit la longueur du corps.

Étant très réfringentes, les *Spirella* sont très visibles à l'éclairage ordinaire, qui permet même de voir leurs cils terminaux. Par le Giemsa, le corps se colore en bleu et montre de nombreux grains rouges distribués en série assez régulière, souvent par couples. Le bleu de toluidine donne une coloration analogue, le corps étant bleu avec des grains rouges. Mais ceux-ci sont beaucoup moins nombreux, toujours périphériques et faisant même saillie en déformant la spire. Nul doute que ce ne soient des grains métachromatiques (volutine) tandis que certains grains rouges du Giemsa représentent peut-être la vraie chromatine.

A chaque pôle, à la base du cil, est un corpuscule chromatique très bien mis en évidence par l'argent, se colorant en rouge par le Giemsa et le Mann. C'est le granule basal découvert par Swellengrebel (1907) chez *Spirillum giganteum* et comparé par Fuhrmann (1910) à un blépharoplaste.

Dans certaines *Spirella*, les grains rouges sont remplacés par des corpuscules plus gros, de couleur pourpre, qui paraissent être mis en liberté par dissociation du filament. Des corpuscules pareils de *Spirillum volutans* sont interprétés comme spores par Amato (1909).

La potasse à $\frac{1}{100}$ et même à $\frac{1}{200}$ dissout rapidement les *Spirella*. La potasse à $\frac{1}{500}$ ne les tue que lentement sans les dissoudre et détermine d'abord leur transformation en anneaux. Ces anneaux réguliers ont, par la persistance de la structure hélicoïdale, l'aspect d'une petite roue dentée. Ils ne représentent qu'une réaction transitoire de défense. Très souvent, avant de mourir, l'anneau s'ouvre et la *Spirella* redevient droite. Nous trouvons ainsi, chez un spirille vrai, la transformation en anneau bien connue chez les spirochètes — et aussi chez les Flagellés, d'après la curieuse observation de E. Chatton et M. Léger (1912).

Le carbonate de soude à $\frac{1}{10}$ tue les *Spirella* sans modifier notablement leur structure. La saponine à $\frac{1}{1000}$ n'est pas sensiblement nuisible.

La *Spirella canis* se meut avant tout comme un *spirillum*, la progression étant due au battement ciliaire. L'être avance ou recule en se vissant ou se dévissant sans contraction propre du corps. Nous ne ferons que signaler les diverses sortes de rotation sur place, également dues au mouvement des cils terminaux. Néanmoins, le corps est manifestement contractile.

Déjà le mouvement ciliaire est accompagné d'oscillations du corps flexible, très communes chez les formes longues. On peut les interpréter comme mouvements transmis et les rapporter à la simple élasticité du filament spiral. Cette explication paraît moins bonne pour les ondulations du corps d'une *Spirella* progressant en milieu résistant, par exemple dans le cytoplasme de cellules écrasées entre lame et lamelle. Enfin on voit, en

milieu liquide, les *Spirella* se courber, sans cause apparente, en arc, en U, en S. Il s'agit bien là d'une véritable contraction du corps, qui ne modifie guère d'ailleurs l'enroulement spiral.

Nous avons revu, dans l'estomac du chat, la *Spirella* déjà observée par Regaud (1909) et que nous rattachons provisoirement à la même espèce que celle du chien. Nous en signalerons une aussi dans le renard. Mais nous n'en avons trouvé ni dans le blaireau, ni dans la fouine, ni dans le putois, ni dans le furet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Activité de la sucrase d'*Aspergillus *en présence de divers acides.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, M. et Mme **Rosenblatt**, présentée par M. E. Roux.

Les expériences que nous avons publiées récemment sur l'hydrolyse comparée du saccharose par divers acides en présence de la sucrase ont été faites avec une préparation retirée de la levure ([1]). Il était intéressant de rechercher jusqu'à quel point les conclusions tirées de ces expériences s'appliqueraient à une préparation diastasique d'origine différente. C'est pourquoi nous avons examiné comparativement la sucrase de l'*Aspergillus niger*.

Les nouvelles expériences ont été conduites de la même manière que les précédentes, sauf en ce qui concernait la solution diastasique, préparée, cette fois, avec de la poudre de mycélium préalablement lavé et séché dans le vide. Les 5^{cm^3} de solution utilisés dans chaque expérience renfermaient $3^{mg},8$ de substances organiques et minérales dont l'alcalinité à l'hélianthine correspondait à 3^{cm^3} d'acide sulfurique $\frac{1}{1000}$ normal, soit à 3,5 pour 100 de la proportion du même acide reconnue la plus favorable à la réaction diastasique ([2]).

Le Tableau ci-après résume les résultats obtenus ([3]). On y trouve, rangées par ordre de croissance pour chaque groupe d'acides, les concentrations optima, en molécules-grammes par litre. Pour faciliter les com-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1515, et (Mémoire détaillé) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. II, 1912, p. 176.

([2]) Nous n'avons pas tenu compte de cette petite correction dans les chiffres du Tableau, les concentrations optima ayant été évaluées à 10 pour 100 près.

([3]) Pour les détails, consulter le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

paraisons, nous y avons ajouté un extrait du Tableau relatif aux expériences sur la sucrase de levure :

Noms des acides.	Concentrations optima avec la sucrase d'*Aspergillus* trouvées.	d'*Aspergillus* rapportées à HCl = 100.	de levure trouvées.	de levure rapportées à HCl = 100.	Activité catalytique (HCl = 100) (1).
	Acides monobasiques.				
Nitrique	m/6500	309,5	m/3500	125	100
Trichloracétique	m/5000	238	m/12000	430	75,4
Benzène sulfonique	m/4500	214	m/13000	465	104,4
Dichloracétique	m/4500	214	m/6000	215	27,1
Chlorhydrique	m/2100	100	m/2800	100	100
Monochloracétique	m/900	42,8	m/2000	71,5	4,84
Formique	m/450	21,4	m/400	14,3	1,53
Acétique	m/50	2,38	m/300	10,7	0,40
Propionique	m/10	0,48	m/10	0,36	»
Isobutyrique	m/7	0,33	m/16	0,57	0,33
Butyrique normal	m/7	0,33	m/12	0,43	»
Lactique	m/7	0,33	m/15	0,53	1,07
	Acides bibasiques.				
Sulfurique	m/2000	95,25	m/3600	128,5	107,2
Oxalique	m/480	22,85	m/500	17,9	37,14
Tartrique	m/180	8,57	m/275	9,82	»
	Acides tribasiques.				
Phosphorique	m/830	39,5	m/550	19,6	18,63
Citrique	m/260	12,4	m/310	11,1	5,17
Borique	m/3	0,14	m/4	0,14	»
	Sels acides.				
Sulfate monopotassique	m/500	23,8	m/850	30,4	»
Phosphate monopotassique	m/9	0,43	m/11	0,39	»

On voit, par ces résultats, que les conclusions générales tirées de nos expériences antérieures sur la sucrase de levure s'appliquent aussi à la sucrase d'*Aspergillus niger*. Seulement, dans le second cas, l'influence réciproque de la diastase et des radicaux acides ou anions est encore plus grande que dans le premier; la perturbation apportée de ce fait dans l'ordre de classement des acides est plus accentuée.

(1) Des acides seuls, d'après les expériences d'Ostwald.

On voit, en même temps, que les concentrations optima d'acides sont presque toujours très différentes pour les deux sucrases. Fernbach avait observé autrefois qu'il fallait des quantités plus grandes d'acide acétique pour favoriser l'action de la sucrase d'*Aspergillus* que celle de la sucrase de levure [1]. Aux grandeurs près, cette observation est confirmée, mais chose curieuse, elle ne peut être étendue à tous les acides. Si, en effet, d'après nos expériences, la plupart des acides sont moins actifs avec la sucrase d'*Aspergillus*, il en est, comme l'acide propionique, dont la concentration optima est la même pour les deux sucrases, et d'autres, comme les acides formique, phosphorique et surtout nitrique, qui, au contraire, agissent à des doses plus faibles avec la sucrase d'*Aspergillus niger* qu'avec la sucrase de levure.

Ainsi, non seulement la concentration en ions hydrogène la plus favorable à l'hydrolyse conditionnée par la sucrase varie d'une manière importante avec la nature de l'acide ajouté, mais il peut y avoir, pour un même acide, des concentrations optima en ions hydrogène notablement différentes, suivant l'origine de la substance diastasique.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Teneur en potassium et en sodium des différents organes d'un chien.* Note de M. **Pierre Gérard**, présentée par M. E. Roux.

Il n'existe pas, à ma connaissance, de travail d'ensemble fait dans le but de connaître la répartition du potassium et du sodium dans les différents organes d'un animal. Nous trouvons bien dans la littérature un grand nombre d'analyses d'organes isolés, peu de ces analyses sont complètes et mentionnent le potassium et le sodium. De plus, la composition minérale de la matière vivante présentant une certaine plasticité, nous nous trouvons dans l'impossibilité de comparer entre elles les analyses de tissus semblables qui n'ont pas été prélevés sur le même animal ou tout au moins dans les mêmes conditions.

Ces différentes considérations m'ont amené à opérer sur les différents organes d'un même chien adulte pesant $6^{kg},060$. Ces organes furent calcinés à basse température (350°-400°) et les cendres épuisées par mille fois leur poids d'eau chaude. Après la séparation de Ca, de Mg de PO^4H^3 et de SO^4H^2, nous avons dosé le potassium et le sodium en employant le réactif

(1) *Ann. Inst. Pasteur*, t. III, 1889.

chloroplatinique qui permet de les séparer et de les peser. Des dosages comparatifs faits sur des mélanges artificiels de sels ne nous ont jamais donné d'erreurs dépassant 2 pour 100 [1].

Il résulte de l'ensemble de ces analyses plusieurs faits intéressants que je vais signaler :

1° Si l'on veut classer les tissus d'une façon logique rappelant à quelques exceptions près, la classification histologique, il ne faut pas envisager à part la richesse absolue en potassium ou en sodium d'un organe; il faut considérer la richesse en potassium par rapport à la richesse en sodium. De ce rapport seul on tire un enseignement profitable.

2° Les tissus musculaires comme le muscle proprement dit, la langue, le cœur, le diaphragme, ont un rapport potassium-sodium élevé; il varie entre 2,73 et 1,53.

3° Les tissus glandulaires comprenant les tissus hépatique et splénique, les ganglions lymphatiques, toutes les glandes à fonction digestive, les reins, les testicules, les capsules surrhénales et la thyroïde ont aussi un rapport potassium-sodium élevé. Il atteint 3,58 dans la rate, 3,31 dans le foie et s'abaisse à 1,06 dans les thyroïdes; seule la prostate a un rapport légèrement inférieur à l'unité 0,86.

4° Les tissus nerveux ont un rapport supérieur à l'unité. Ce rapport qui est le plus élevé dans les hémisphères cérébraux (1,96) est de (1,6) dans les ganglions mésentériques, (1,45) dans le bulbe, (1,11) dans la moelle et (1,00) dans les nerfs sciatique et pneumo-gastrique. Il paraît y avoir une relation entre la décroissance du potassium vis-à-vis du sodium, et la diminution de substance grise par rapport à la substance blanche. La substance grise est d'ailleurs très riche en cellules sensitives et motrices et en cylindre-axes privés de myéline; par contre, la substance blanche est presque uniquement formée de cylindre-axes à myéline, et les cellules nerveuses n'y existent que d'une façon tout à fait accidentelle.

5° Les veines, les artères, l'urèthre, la trachée, formés en majeure partie de fibres conjonctives et surtout de tissu élastique, jouant en quelque sorte un rôle de conduction, ont un rapport potassium-sodium assez faible, qui varie entre (0,74) artère aorte et (0,23) trachée.

6° Les tissus ayant un rôle de protection, dans lesquels nous classons la peau, les poils, les ongles, ont aussi un rapport faible qui oscille entre (0,61) peau et (0,27) poils. Ils contiennent aussi beaucoup de tissu élastique et conjonctif.

7° Finalement les tissus de soutien, qui comprennent les os et les cartilages, ont respectivement pour rapport 0,76 et 0,69.

Si nous considérons le sang comme un tissu dans lequel les globules jouent le rôle de cellules noyées dans un liquide interstitiel représenté par le plasma, nous avons en lui l'exemple du tissu dont le rapport potassium-sodium est le plus faible (0,08).

En résumé, on peut dire que les tissus qui ont dans l'organisme les fonctions les plus actives, comme les tissus glandulaires, musculaires et ner-

(1) *Thèse doct. ès sciences nat.* (1912).

veux, possèdent un rapport potassium-sodium élevé, souvent très supérieur à l'unité. Les tissus plus passifs, qui ont un rôle de conduction, de protection ou de soutien, ont, au contraire, un rapport faible qui n'atteint pas l'unité. Il ne faut donc pas dénommer le seul potassium *élément circulant* et le sodium *élément cellulaire*, car ce dernier est souvent lui aussi un élément cellulaire plus important que le potassium.

M. **Alfred Henry** adresse une Note intitulée : *Sur la détermination en valeur absolue de la masse des molécules des liquides et plus spécialement de la molécule du mercure.*

(Renvoi à l'examen de M. Bouty.)

M. **Louis Crestey** adresse un Mémoire sur *Un moyen d'éviter l'accoutumance dans l'emploi de certains médicaments : la varilaxine.*

(Renvoi à l'examen de M. A. Dastre.)

M. **B. Audry** présente *un produit ayant pour but de détruire le phylloxera de la Vigne.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 mars 1912.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; t. 152, janvier-juin 1911; Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°.

Œuvres de Charles Hermite, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences, par Émile Picard, Membre de l'Institut; t. III. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Émile Picard.)

Notice sur les travaux de M. Edouard Bornet, par M. L. Guignard. (Extr. des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 154, p. 461, séance du 19 février 1912.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par A. Angot, Directeur du Bureau central météorologique; année 1909. III : *Pluies*. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Ministère de l'Agriculture. *Études glaciologiques*. Tome II : *Savoie. Programme pour l'étude d'un grand glacier*. Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 vol. in-4°.

Mission scientifique de M. Ch. Gravier *à la côte française des Somalis;* décembre 1903-avril 1904. (Extr. du *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1904 à 1911.) Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier.)

De l'embaumement avant et après Jésus-Christ, avec l'analyse de masses résineuses ayant servi à la conservation des corps chez les anciens Égyptiens et les Carthaginois, par Louis Reutter; illustré de 8 figures dans le texte et d'une planche en couleurs. Paris, Vigot frères; Neuchatel et Paris, Attinger frères, s. d.; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. Héron de Villefosse.)

Calculs élémentaires des constructions civiles. Manuel théorique et pratique à l'usage des ingénieurs, architectes, conducteurs de travaux, contre-maîtres, etc., par P.-W. Scharroo, traduit et augmenté par Osc. Bertholet. Gand, Ad. Hoste, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux de Henri Pellat, professeur à la Sorbonne, professeur à la Maison d'Éducation de la Légion d'honneur, Président de la Société internationale des Électriciens, ancien Président de la Société française de Physique, publiée par son fils Solange Pellat. Paris, E. Basset et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Jubilé scientifique de Camille Flammarion. (*Bulletin de la Société astronomique de France*, mars 1912.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. — Rendiconti : 2e série, t. XLIII,

fasc. 17-20, 1910; t. XLIV, fasc. 1-14, 1911. Milan, Ulrico Hœpli, 1910-1911; 14 fasc. in-8°.

Relazione e ricerche sulle osservazioni della temperatura del lago di Como fatte negli anni 1898-1905, dai professori M. CANTONE, L. DE MARCHI, C. SOMIGLIANA. (*Memorie del R. Istituto lombardo di Scienze e Lettere :* Classe di Scienze matematiche e naturali; 3e série, t. XII, fasc. 5.) Milan, Ulrico Hœpli, 1911; 1 fasc. in-4°.

United States geological Survey. — Bulletins : 467, 474, 478, 483, 486, 487, 488, 490, 495. — *Water supply Papers :* 261, 269, 272. — *Professional Papers :* 73. — *Monograph :* 52. Washington, 1911; 7 fasc. in-8°, 6 vol. in-8° et 1 vol. in-4°.

The geology of the Lake superior region, by CHARLES RICHARD, VAN HISE and CHARLES-KENNETH LEITH. (Monographs of the United States geological Survey; t. LII.) Washington, Government printing Office, 1911; 1 vol. in-4°.

Geologie des régions d'Haliburton et Bancroft, province d'Ontario, par FRANK-D. ADAMS et ALFRED-E. BARLOW; traduction par ÉMILE DULIEUX. (Canada. Ministère des Mines. *Mémoires :* n° 6.) Ottawa, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-8°.

Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Matematisch-naturwissenschaftliche Klasse. ABHANDLUNGEN : I. Jahrgang 1910. — SITZUNGSBERICHTE : Jahrgang 1909, Hefte 1-6; Jahrgang 1910, Hefte 1-32; Jahrgang 1911, Hefte 1-38. Heidelberg. Carl Winter; 1 fasc. in-4° et 76 fasc. in-8°.

Records of the Indian Museum : t. IV, nos 8, 9; t. VI, nos 4, 5. Calcutta, 1911; 3 fasc. in-4°. (Transmis par M. le Ministre des Affaires étrangères.)

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; 4e série, t. XXVI, n° 1 : séance du 27 janvier 1912. Bruxelles, J. Gœmaere; 1 fasc. in-8°.

Mitteilungen aus der medizinischen Facultät der kaiserlichen Universität zu Tokio; Bd, X, Heft 1. Tokio, 1911; 1 fasc. in-8°.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annue et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Co. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople.	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liége	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer Stechert. Lemcke et Buechn
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaès et Mou
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sell
Varsovie	Gebethner et Wo
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouv les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 25

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scie pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terr » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Recherche » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 25

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 13.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 25 Mars 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

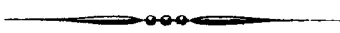
DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 14 (1er Avril 1912).



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1912.

PRÉSIDENCE DE M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de Pâques la séance du lundi 8 avril est remise au mardi 9.

ASTRONOMIE. — *Sur quelques observations de position qui pourront être faites pendant l'éclipse de Soleil du 17 avril* 1912, par M. G. **Bigourdan**.

On sait que cette éclipse sera totale en certains points de la ligne de centralité et annulaire en d'autres. Mais les diverses éphémérides sont en désaccord sur la position de cette ligne comme sur la nature et sur la durée de l'éclipse en ses divers points.

Tout le monde adopte sensiblement les mêmes coordonnées tabulaires du Soleil; mais les coordonnées tabulaires de la Lune sont inexactes, exigent des corrections inconnues, et les diverses éphémérides ont adopté pour ces corrections des valeurs différentes, entraînant des écarts correspondants sur la position annoncée de la ligne de centralité.

En second lieu, la nature de l'éclipse et sa durée dépendent des diamètres relatifs du Soleil et de la Lune. On est d'accord pour celui du Soleil, mais il n'en est pas de même pour celui de la Lune, et les mêmes éphémérides ont adopté des valeurs différentes.

Mais inversement, les observations de l'éclipse, supposées faites, pourront servir à déterminer les valeurs exactes du diamètre et des coordonnées lunaires; et je me propose d'indiquer comment pourront faire ces observations ceux qui se trouveront sur la ligne de centralité ou dans son voisinage.

I. *Détermination du diamètre de la Lune.* — Les observations faites sur la ligne de l'éclipse centrale seront particulièrement utiles pour la détermination du diamètre lunaire.

Sur cette ligne on pourra observer quatre contacts, dont deux (1 et 4) extérieurs et deux (2 et 3) intérieurs.

Si le diamètre apparent de la Lune se trouve plus grand que celui du Soleil, il y aura éclipse totale et le contact 2 se produira à l'Est ou vers le bord du Soleil qui passe le dernier sous l'action du mouvement diurne.

Au contraire, si le diamètre apparent de la Lune se trouve plus petit que celui du Soleil, l'éclipse sera annulaire, et le contact 2 se produira à l'Ouest.

Dans les deux cas, l'intervalle très court qui séparera les contacts 2 et 3 permettra de déterminer la grandeur et le signe de la différence des deux diamètres : c'est donc cet intervalle qu'il importe de déterminer.

Si le contour de la Lune était bien circulaire, cette observation serait susceptible d'une assez grande précision; mais le bord lunaire présente des dépressions et des surélévations assez voisines, de sorte que le contact se produit entre la circonférence du Soleil et le bord sinueux lunaire qui n'est circulaire que dans l'ensemble. Il est probable qu'au milieu de l'éclipse les observateurs placés en France se trouveront un instant en présence d'un filet lumineux discontinu, une sorte de collier de points brillants, entourant la Lune; et ils ne pourront noter, pour chacun des contacts 2 et 3, qu'une sorte de moyenne, qui cependant sera fort utile pour indiquer le diamètre lunaire à préférer dans le calcul des éclipses.

Si l'observateur qui a recherché la ligne de centralité se trouve notablement en dehors, il pourra tirer parti du cercle de position oculaire dont il sera question plus loin.

Les difficultés à prévoir dans ces observations indiquent assez l'intérêt que présenteront les photographies à grande échelle prises au voisinage de ces contacts 2 et 3.

II. *Détermination de la position réelle de la ligne de centralité.* — Cette détermination paraît pouvoir se faire surtout par la combinaison des résultats obtenus par deux observateurs placés un de chaque côté de la ligne de centralité, et à quelque distance de cette ligne.

Pour un de ces observateurs, soient (*fig.* 1) :

S le centre du Soleil;

PP′ le parallèle de ce point S;

L′LL″ la route suivie par le centre de la Lune relativement au Soleil,

route supposée rectiligne dans le temps considéré, et qui est parcourue par ce centre de l'Ouest à l'Est;

S'SS'' et AB des droites parallèles à L'L'', passant, la première par le centre S du Soleil et la seconde à une distance LD de L'L'' égale au diamètre de la Lune, supposé lui-même égal à celui SC du Soleil.

L'éclipse commence quand le bord antérieur de la Lune vient toucher celui du Soleil, ce qui a lieu au point 1 (*fig.* 1) entre S' et L'; puis, la Lune continuant d'avancer, son bord supérieur reste constamment tangent à la ligne AB prolongée, tandis que son bord antérieur coupe celui du Soleil successivement en 2 et 2', 3 et 3',...; et si l'on suppose que les positions 1, 2-2', 3-3', ... de la Lune correspondent à des époques équidistantes, les arcs du bord solaire 1-2, 2-3, 3-4, ... vont en diminuant assez rapidement, de sorte que l'intersection considérée, du bord du Soleil par celui de la Lune, se produit assez longtemps au voisinage du point A, ce qui facilite sa détermination.

Vers le moment de la conjonction des deux astres, ou du milieu de l'éclipse, quand le centre de la Lune est en L, sur la ligne SC perpendiculaire à AB et à L'LL'' (*fig.* 2), la partie visible du Soleil est le croissant S'ACDBS'', dont la plus grande largeur est CD, flèche de l'arc AB, et qui est égale à la distance SL des centres.

Ensuite l'intersection des bords supérieurs des deux astres se produit de même assez longtemps au voisinage du point B (*fig.* 3), ce qui en facilite aussi la détermination; puis elle s'en éloigne de plus en plus rapidement jusqu'au moment du 4[e] contact ou de la fin de l'éclipse.

Vers le milieu de l'éclipse, les deux observateurs considérés, supposés un de chaque côté de la ligne de centralité, verront dans des positions inverses le croissant solaire restant: celui qui est au nord de la ligne, pour lequel la Lune est plus abaissée par la parallaxe, verra le Soleil plus haut que la Lune et le croissant lumineux aura la convexité tournée vers le zénith; au contraire, pour celui qui est au sud de la ligne, c'est la concavité du croissant qui regardera le zénith (*fig.* 4).

Supposons que chacun des deux observateurs ait mesuré avec précision la flèche correspondante, c'est-à-dire CD = LS (*fig.* 2) pour celui qui est au nord de la ligne de centralité, C'D' = SL (*fig.* 4) pour celui qui est au sud. Ces deux flèches étant supposées assez petites, si elles se trouvent égales, la ligne de l'éclipse centrale a passé à égale distance des deux observateurs, la distance étant comptée perpendiculairement à cette ligne; et si

les deux flèches sont inégales, tout en restant très petites, les distances des observateurs à la même ligne sont dans le rapport de ces flèches.

Le point capital est donc de mesurer les flèches CD, C′D′ avec beaucoup de précision. Pour cela on peut indiquer les trois méthodes suivantes :

1° *Mesure directe.* — La quantité à mesurer est la distance maxima des deux bords supérieurs ou inférieurs du Soleil et de la Lune.

L'observation doit être faite à un moment facile à connaître, car c'est vers le milieu de l'éclipse; mais rien n'indiquera avec précision la position

Fig. 1.

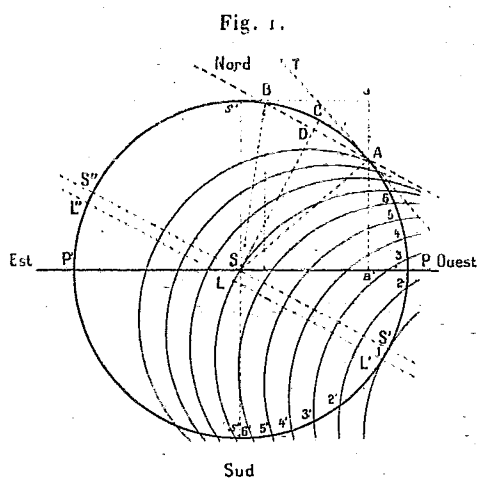
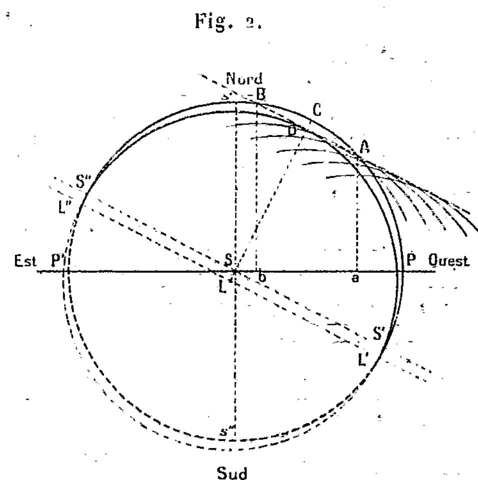


Fig. 2.



à donner aux fils du micromètre. D'ailleurs l'épaisseur d'un mince filet lumineux est très difficile à mesurer en elle-même, de sorte que le moins incertain serait sans doute une estimation comparative de cette épaisseur du croissant, soit par rapport à l'épaisseur d'un fil du micromètre, soit par rapport à la distance de deux fils, écartés d'une quantité évaluée en parties de la vis micrométrique.

2° *Mesure des angles de position des points* A *et* B. — Si, à un instant quelconque, les deux extrémités A et B de la corde AB (*fig.* 1) se trouvaient marquées simultanément, l'observateur mesurerait facilement cette corde, d'où l'on déduirait l'angle au centre ASB, puis, avec beaucoup de précision, la longueur de la flèche CD.

Mais les points A et B ne sont marqués à l'observateur que l'un après l'autre, à un intervalle de temps dépendant de sa distance à la ligne de cen-

tralité; il faudra donc mesurer AB ou l'angle ASB d'une manière détournée.

Un moyen simple serait de placer dans le plan focal de la lunette employée une sorte de cercle de position *oculaire* formé par une plaque percée circulairement, dont le vide aurait un diamètre légèrement supérieur à celui de l'image solaire focale, et dont le contour serait gradué, de manière que l'observateur pût voir en même temps la graduation et les bords du Soleil : la lunette étant supposée portée par un pied équatorial assez bien orienté, et l'image solaire étant maintenue centrée sur ce cercle, on n'aura qu'à lire à plusieurs reprises la division qui se trouve en face de

Fig. 3.

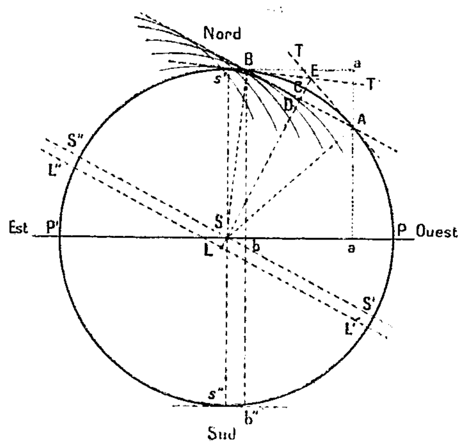
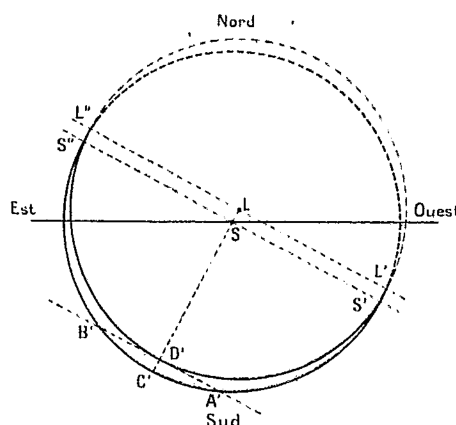


Fig. 4.



l'intersection des disques, au voisinage du point A ou en ce point, puis de même au voisinage du point B; et l'on aura ainsi l'angle ASB.

Ce cercle de position sera aussi très utile aux observateurs qui se trouveront sur la ligne de centralité, pour définir les points du bord qui auront présenté quelques phénomènes particuliers.

On pourra encore, quand le point A est marqué, placer un fil tangentiellement au bord du Soleil, suivant AT (*fig.* 3); puis quand le point B sera marqué, placer le même fil suivant BT'; en lisant chaque fois le cercle de position du micromètre, la différence des lectures donnera l'angle TCT' ou ASB.

On aura d'ailleurs soin de répéter un assez grand nombre de fois ces diverses opérations, en A, en B et au voisinage, et de noter l'heure chaque fois, pour pouvoir ramener les pointés individuels à l'heure de l'intersection en A ou en B.

Mais, à cause de la dissymétrie de la partie lumineuse autour des points

A et B, l'œil ne sera pas guidé pour bien juger de la tangence, et sans doute la précision ainsi obtenue sera assez limitée.

3° *Détermination des points* A *et* B *par leurs coordonnées rectangulaires.* — La direction de la corde AB est connue; il suffira donc de déterminer la longueur de sa projection ab (*fig.* 3) sur PP′ par exemple, pour obtenir sa longueur AB. Or, $\overline{ab} = a\mathrm{P}' - b\mathrm{P}'$, et l'on peut obtenir facilement aP′ et bP′.

Pour aP′, on le déduira soit d'une mesure directe, lunette entraînée, soit de l'évaluation, lunette fixe, du temps qui s'écoule entre les passages des points A et P′, visibles simultanément, à un même fil horaire fixe ou à deux fils horaires fixes, de distance connue. Quant à bP′, on ne pourra pas le mesurer directement parce que, lorsque B est marqué, le point P′ est invisible; mais P est alors visible, de sorte qu'on pourra de même mesurer bP ou directement, ou par passages; et comme PP′ est connu, on conclura bP′ et par suite ab.

Comme les passages à un même fil exigeront un assez long temps, on préférera ou deux fils fixes de distance connue, ou la mesure directe, avec un micromètre à deux vis et oculaire à grand champ. Dans ce cas, le cercle de position *oculaire* dont on a parlé ci-dessus pourrait être gênant.

De même, avec la vis du micromètre, on pourra mesurer Aa' (*fig.* 3), projection de AB sur le cercle horaire Ss'; et plus généralement cela s'applique à tout axe de projection dont la position est connue par rapport à AB.

Ce qui précède suppose que l'on connaît à tout instant la direction du parallèle au point d'observation; et c'est ce qui est facile avec une lunette montée équatorialement. Mais le même moyen peut être employé, lunette fixe, avec toute autre monture capable de conserver au réticule de la lunette une position connue; tel est, par exemple, le cas des montures azimutales à axe bien vertical : théodolites, etc.

On pourrait aussi employer avantageusement certains cercles méridiens mobiles en azimut et dont on rendrait chaque fois l'axe de rotation bien horizontal. Mais, dans ces derniers cas, on ne pourra procéder à la mesure que lunette fixe, en évaluant des passages; et si l'on est trop près de la ligne de centralité, le temps dont on disposera sera court. Aussi sera-t-il bon d'avoir plusieurs fils verticaux.

Enfin, dans le cas où l'on observe par projection, l'observateur pourra

tracer sur l'écran des lignes parallèles, constamment maintenues verticales par exemple, et y observer les passages des points A, B et des bords solaires.

NAVIGATION. — *Au sujet de l'augmentation de déplacement nécessaire sur un navire, pour accroître d'une tonne le poids du chargement.* Note de M. **Bertin**.

La rapidité avec laquelle le déplacement des navires s'accroît depuis dix ans, et paraît devoir continuer à s'accroître, donne un intérêt d'actualité à l'étude des avantages attachés à cette augmentation.

L'application des formules algébriques présente une difficulté résultant de ce que les poids constituant le navire, indépendamment de son chargement, varient, les uns proportionnellement au déplacement, les autres proportionnellement à sa puissance $\frac{2}{3}$; en d'autres termes, les uns comme le volume, les autres comme la surface du navire.

P étant le déplacement et p le chargement, l'équation qui lie entre eux les éléments à considérer est

$$P = aP + bP^{\frac{2}{3}} + p, \tag{1}$$

le déplacement par tonne de chargement étant

$$\frac{P}{p} = Q.$$

Si toutes les dimensions du navire sont augmentées dans un rapport m_1, le nouveau chargement p' est donné par l'équation

$$Pm^3 = aPm^3 + bP^{\frac{2}{3}}m^2 + p'. \tag{1'}$$

L'augmentation de déplacement par tonne d'augmentation de chargement,

$$\frac{P(m^3-1)}{p'-p},$$

est, à la limite, lorsque $m^3 - 1$ est assez faible pour que $p'-p$ soit égal à 1, le rapport q que nous voulons déterminer.

Prenons pour inconnue auxiliaire le rapport

$$\frac{Q}{q} = r. \tag{2}$$

Cette nouvelle inconnue a son intérêt propre, car elle exprime numériquement l'avantage de l'accroissement des dimensions sur l'accroissement du nombre des navires.

Nous avons

$$r = \frac{\frac{P}{p}}{\frac{P(m^3-1)}{p'-p}} = \frac{1}{m^3-1}\frac{p'-p}{p}.$$

Or, nous tirons des équations (1) et (1)'

$$\frac{1}{m^3-1}\frac{p'-p}{p} = 1 + \frac{b}{(1-a)P^{\frac{1}{3}}-b}\frac{m^3-m^2}{m^3-1},$$

expression de r, dans laquelle tous les termes en m sont concentrés en un facteur dont la valeur limite pour les très petites valeurs de $m-1$ s'obtient immédiatement. Cette valeur est $\frac{1}{3}$, la limite supérieure, lorsque $m-1$ augmente indéfiniment, étant égale à l'unité. Nous sommes ainsi sortis de l'équation du troisième degré et nous avons

$$(5) \qquad r = 1 + \frac{1}{3}\frac{b}{(1-a)P^{\frac{1}{3}}-b},$$

quantité toujours supérieure à 1.

Q étant d'ailleurs connu, q se trouve déterminé.

La formule (5) ne comporte d'autres erreurs que celles commises sur a et b, erreurs faibles puisqu'on procède en partant d'un devis de poids connu. Pour les cuirassés type *Justice*, avec $a = 0,33$, $b = 10$, elle donne $q = 2,502$, alors que d'anciens calculs par tâtonnements successifs, exécutés avec toutes les ressources d'une salle de dessinateurs exercés, a donné $q = 2,5$. Ses résultats offrent d'ailleurs beaucoup mieux qu'un simple intérêt spéculatif.

Il est intéressant de savoir, par exemple, dans quelles proportions le rapport r va en diminuant à mesure que P augmente. Pour des bâtiments dérivés de la *Justice*, ce rapport descendrait de 1,51 à 1,28 si P s'élevait de 15000^t à 35000^t, a et b restant invariables; les avantages de l'augmentation de P, exprimés par $r-1$, diminueraient ainsi de près de moitié. Si l'on tient compte de l'augmentation minima de poids de coque indispensable pour éviter d'accroître la charge des matériaux, r diminue un peu moins vite, parce que a augmente dans la formule (5); mais alors intervient l'influence de a sur la valeur de Q, beaucoup plus grande que sur la valeur

de r. La diminution de q, quand P augmente, devient très lente. Bien plus, la valeur de q passe dans ces conditions, entre 30000^t et 35000^t de déplacement, par un minimum égal à 2,42; elle augmente ensuite, est égale à 2,43 pour $P = 40000^t$ et 2,44 pour $P = 45000^t$.

Sur les paquebots, les mêmes calculs donnent des résultats qui ne présentent pas moins d'intérêt. La nécessité de tenir compte des changements de valeur de a semble plus impérieuse et mieux respectée que sur les navires de guerre.

GÉOLOGIE. — *Sur le non-parallélisme des zones isopiques et des accidents tectoniques dans les Alpes franco-italiennes et le Valais.* Note (1) de MM. **W. Kilian** et **Ch. Jacob.**

Dans une précédente Note (2), nous avons établi l'existence, entre Bourg-Saint-Maurice et l'extrémité sud du Mont-Blanc, de trois ensembles nettement distincts : A. la couverture mésozoïque du Houiller du Petit Saint-Bernard, formée d'une série d'assises mésozoïques à faciès mixtes où dominent des brèches polygéniques et des Schistes lustrés, accompagnés de roches vertes; B. une écaille de terrains à faciès briançonnais, limitée par deux lignes de contacts anormaux; C. la bordure sédimentaire du massif du Mont-Blanc, de faciès dauphinois.

Écartons-nous maintenant de la coupe étudiée précédemment, pour en prolonger les éléments.

I. Vers le Nord-Est, l'écaille B que l'on peut suivre au Nord-Est par les Mottets, où elle s'étire légèrement, trouve sa continuation très nette dans les *Pyramides calcaires* (quartzites, calcaires gris triasiques et Brèche du Télégraphe), de l'autre côté du Col de la Seigne; elle traverse en écharpe l'Allée Blanche, puis se retrouve dans les montagnes du Chétif et de la Saxe, à l'ouest de la Grande Golliaz, enfin dans les massifs des Clochers de Vouasse, du Mont Ferret, du Six-Blanc, du Mayentzet de Bagnes et de la Pierre-à-Voir (W. Kilian et P. Lory, 1906), pour se prolonger ainsi vers le Valais par la zone de Sion-Val Ferret d'E. Argand (1911), où nous avions reconnu dès 1906, avec M. P. Lory, une *zone de racines*. La *dislocation de base* qui se maintient sur le flanc Est des Vals Ferret italien et

(1) Reçue dans la séance du 25 mars 1912.

(2) *Comptes rendus*, 25 mars 1912, p. 802.

suisse correspond au *chevauchement pennique frontal* d'Em. Argand; quant à la *ligne de discontinuité supérieure*, que l'un de nous (en collaboration avec M. P. Lory) a suivie et dessinée en 1905-1906 entre le Val Ferret et le Valais, elle marque, au moins au delà du Grand Saint-Bernard, le bord frontal (flanc renversé) de la *nappe du Grand Saint-Bernard* tel que l'indique notre savant confrère suisse.

L'ensemble A appartient, pour nous, à la même nappe que le précédent; en outre du massif du Versoyen, du Mont Percé et des environs du Col de Breuil, il forme, au Nord-Est, ceux du Crammont, du Lasseron, du Bério-Blanc (Mont Favre), du Mont Fortin, de la Tête de l'Arp et de la Grande Golliaz (S. Franchi, W. Kilian, P. Lory, 1908), pour disparaître ensuite au delà du Col de Fenêtre, où le Houiller et les Schistes de Casanna (Lugeon et Argand) forment eux-mêmes à leur tour le front même de la nappe et s'étendent jusqu'au contact de la lame B (Combe de Lâ, ouest de la Tête de Payannaz) (W. Kilian et P. Lory, 1906).

II. Vers le Sud-Ouest, la dislocation de base se prolonge par Aigueblanche et le Col de Varbuche, pour se raccorder, en passant à l'est de Saint-Jean-de-Maurienne et au Col Lombard, au chevauchement frontal des Aiguilles d'Arves, sur lequel M. J. Boussac a rappelé l'attention récemment. Quant au bord de la Nappe du Grand Saint-Bernard, il passerait à l'ouest du Roignais, puis traverserait l'Isère vers Aime, se continuerait dans les pentes de base du Mont-Jovet (Longefoy, N.-D. du Pré) et gagnerait plus au Sud les dislocations de Brides, de Saint-Martin-de-Belleville, du Pas-du-Roc et de Valloire. L'écaille B elle-même, une fois passé le petit massif dominant à l'est le Cormet de Roselend, s'ouvrirait dans les montagnes au nord de Moutiers, où affleurent, à partir de Pierre-Menta et près de Montgirod (Kilian et Révil), des brèches tertiaires incontestables (W. Kilian et J. Révil, 1893; W. Kilian et P. Lory, 1909-1911), qui se retrouvent plus au Sud (Villar-Clément-sur-Arc) à la base de l'Éogène (W. Kilian et Boussac, 1911); elle constituerait en définitive la *zone des Aiguilles d'Arves*, dont nous avons jalonné ainsi la continuité précise du Lautaret à la Tarentaise et par delà la frontière franco-italienne, avec la *zone de Sion-Val Ferret*.

Ainsi se trouve également confirmée la continuité, en arrière de cette zone, de la zone permo-houillère (dite *axiale*) du Valais à la Méditerranée affirmée par M. Argand. Il sera intéressant de rechercher si cette dernière accuse, dans son prolongement structural vers le Sud, une disposition en

nappe aussi accentuée que dans les Alpes et si le refoulement vers l'extérieur y atteint une aussi grande amplitude qu'en Italie et en Suisse.

Suivant les suggestions de la coupe d'ensemble, publiée dans notre dernière Note (*fig.* 2), et pour reprendre une idée émise par l'un de nous, dès 1903 (1), puis précisée par MM. W. Kilian et P. Lory en 1906, et reprise partiellement par E. Haug en 1909 (2), nous trouvons dans cette zone des Aiguilles d'Arves, avec ses brèches éogènes, qui se montre nettement étirée, réduite à une sorte de « cicatrice » (3) et en partie chevauchée par une nappe plus interne (4) derrière le Mont-Blanc, dans les dislocations qui la limitent, et dans notre masse A, avec ses brèches polygéniques, mésozoïques, les racines sans doute multiples des « masses exotiques » externes des Alpes (Annes et Sulens, Préalpes et Brèche du Chablais, etc.). Une étude très détaillée des faciès permettrait sans doute de préciser davantage encore, notamment pour les nappes de Sulens, l'origine exacte de chacune de ces nappes.

Il nous semble utile d'insister encore une fois (5), comme l'un de nous l'a fait en 1908, et après M. Argand, sur l'obliquité que présentent dans les Alpes les limites des faciès et des zones isopiques, par rapport à celles des zones tectoniques. Le faciès des Schistes lustrés, dans le Lias qui demeure cantonné à l'Est de la zone houillère au Sud de l'Arc, s'avance vers le Nord-Ouest en Tarentaise, et atteint, par l'intermédiaire de ce que nous avons appelé le « faciès mixte », sorte de marge transitionnelle au faciès briançonnais (6) (remarquable par le développement de brèches polygéniques du

---

(1) W. Kilian, *Comptes rendus*, 23 septembre 1903, et *C. R. IXe Congr. géol. intern. Vienne*, 1903, p. 470.

(2) *Comptes rendus*, 17 mai 1909.

(3) Ou de « zone de racines » (W. Kilian et P. Lory).

(4) La structure anormale des massifs du Mont Pourri et du Mont Jovet (M. Bertrand et Termier) semble indiquer que plusieurs des nappes plus internes encore et supérieures à celle du Saint-Bernard se continuent en Tarentaise ; mais rien ne permet de savoir si l'amplitude du refoulement ne s'atténue pas singulièrement au Sud, soit par suite de l'érosion qui aurait fait disparaître la plus grande partie de leurs digitations frontales, soit par suite d'un redressement du plan axial et de la surface de chevauchement.

(5) V. Franchi, Kilian et Lory, *C. R., collab., serv. Carte géol. de France pour* 1907-1908, p. 135.

(6) Tout à fait analogue à la zone de passage décrite par M. Pussenot au Lasseron et au Col de l'Alpet près de Briançon, entre la zone des Schistes lustrés et le faciès briançonnais proprement dit, et qui montre également des intercalations réitérées de

type de la Brèche des Chapieux), le bord frontal de la nappe du Grand Saint-Bernard, vers la vallée transversale des Chapieux. Dans le Valais, le faciès des Schistes lustrés se montre même dans les nappes plus extérieures encore du Simplon. De même les gneiss permocarbonifères, ne formant plus au Sud que la moitié orientale du Massif du Ruitor, gagnent, dans la vallée de Bagnes et d'Entremont, le front même de la nappe, pour arriver encore plus au Nord-Est à régner exclusivement sous le Trias, dans les nappes d'origine encore plus externe de la région du Simplon.

PLIS CACHETÉS.

M. Stephen Lecointe demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 8 mai 1911 et inscrit sous le numéro 7754.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une description et des photographies d'un vêtement de protection destiné aux aviateurs.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Compte rendu annuel (1911) *des travaux exécutés par le* Service géographique de l'Indo-Chine.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Fonctions bipédiques, systèmes triples orthogonaux et efforts isostatiques* [1]. Note de M. E. Waelsch.

1. Un *multipède* (n-pède) N, formé de n vecteurs de même origine et de même longueur, est déterminé par une forme binaire *réalisante*. Désignons par v^n le n-pède

bancs de brèche dans des Schistes lustrés accompagnés de « Pietre Verdi », qui reposent sur un Trias formé de calcaires dolomitiques, de quartzites et d'anagénites.

[1] Cf. *Comptes rendus* du 23 juillet 1906, des 28 janvier et 30 décembre 1907, cités dans la suite sous (I), (II), (III) et *Wien. Monatshefte*, t. XVII et XX.

spécial contenant n fois le vecteur v. Le *produit* $\alpha^{\text{ième}}$ $N_{\dot\alpha} M$ *des multipèdes* N, M est le $(n+m-\alpha)$-pède, donné par le $\alpha^{\text{ième}}$ composé (Ueberschiebung) des formes des multipèdes N et M (cf. I).

Les coefficients de la forme de N étant des fonctions de point X, de coordonnées cartésiennes x_k, N détermine la *fonction n-pédique* N, le produit $N_{\dot\alpha} M$ détermine le *produit* $\alpha^{\text{ième}}$ *des fonctions* N et M. Le vecteur symbolique ∇ de Hamilton donne le λ-pède spécial spécial symbolique ∇^λ, et celui-ci détermine les *dérivées* $(\lambda+n-\alpha)$*-pédiques* $\nabla^\lambda_{\dot\alpha} N$ de la fonction N (cf. III) (¹).

Le développement fondamental des composés de trois formes binaires de M. Gordan (²) donne des relations entre les fonctions multipédiques, leurs produits et leurs dérivées, en observant que la quadrique du vecteur ∇ correspond à un opérateur différentiel. Par exemple, on peut exprimer $\nabla^\lambda_{\dot\alpha} N$ par $N^{(0)}$, N', $N^{(2)}$ (³).

2. Les *axes* d'un bipède b (ce sont les bissectrices de son angle et la normale à son origine sur son plan) forment un trièdre T trirectangle; les vecteurs du tripède $t = h_{\dot 1} b$, où $h = b_{\dot 2} b$, sont situés sur T (cf. I, n° 4). On tire de la théorie des formes biquadratiques que tous les *bipèdes coaxiaux* avec b sont donnés par $\sigma b + \tau h$, où σ, τ sont des nombres quelconques. Entre ces bipèdes il y en a trois spéciaux : $L_k = l_k^2 = \sigma_k b + h$, où l_k est un vecteur situé sur un des axes de b (⁴).

Si *b est une fonction bipédique*, le trièdre T devient mobile. Cherchons les *conditions*, remplies par cette fonction b, dans le cas où T forme un *système*

(¹) Posons $N_{\dot 2 n} M = N \cdot M$, donc pour le produit *scalaire* : $N_{\dot 2 n} N_1 = N_{\cdot 1} N_1$; $N_{\dot 0} M = NM$; $(\ldots((N_{\dot\alpha} M)_{\dot\beta} P)\ldots) = N_{\dot\alpha} M_{\dot\beta} P \ldots$; $\nabla_{\dot 0} N = N^{(0)}$, $\nabla^2_{\dot 0} N = N^{(00)}$, $\nabla^3_{\dot 0} N = N^{(000)}$; $\nabla_{\dot 1} N = N'$; $\nabla_{\dot 2} N = N^{(2)}$.

(²) Voir *Formensystem binärer Formen* (1875); cf. E. Stroh, *Math. Ann.*, t. XXXIII.

(³) On peut envisager les notions ci-dessus comme les débuts d'une analyse de *fonctions sphériques de point* ou de *représentations sphériques généralisées*, dont les numéros suivants contiendraient des applications. En effet, $H_n = N \cdot v^n$ est une fonction sphérique de v (cf. II); la fonction sphérique $N_{\dot\alpha} M \cdot v^{n+m-\alpha}$ peut être nommée *produit* $\alpha^{\text{ième}}$ $H_{n\dot\alpha} H_m$ *des fonctions* H_n et $H_m = M \cdot v^m$. Si N est une fonction de point, H_n est une fonction sphérique de point. ∇^λ détermine la *fonction sphérique symbolique* $\nabla_\lambda = \nabla^\lambda \cdot v^\lambda$, opérateur différentiel donnant naissance aux *fonctions sphériques dérivées* $\nabla_{\lambda\dot\alpha} H_n$ *de la fonction* H_n.

(⁴) Nous excluons ici et dans la suite le cas où le bipède b soit spécial. Dans ce cas le discriminant de la biquadratique de b s'annule, mais comme il est égal à

$$\tfrac{1}{2}\, t \cdot t| = |t_0|^2 + 6|t_1|^2 + 15|t_2|^2 + 10|t_3|^2$$

(les t_ν étant les coefficients de la sextique t), on a $t \equiv 0$.

triple orthogonal Σ_b de surfaces. On sait que pour les vecteurs l_k ces conditions sont $l_k \cdot l'_k = 0$, et l'on peut démontrer qu'elles peuvent être remplacées par $L_k \cdot L'_k = 0$ [1]. Or, dans

$$(1) \qquad L_k \cdot L'_k = \sigma_k^2 \, b \cdot b' + \sigma_k (b \cdot h' + h \cdot b') + h \cdot h' = 0,$$

les fonctions σ_k étant différentes, les *conditions cherchées* sont :

$$(\mathrm{A}) \qquad b \cdot b' = 0, \qquad b \cdot h' [= h \cdot b'] = 0, \qquad h \cdot h' = 0.$$

3. On peut écrire ces conditions des deux façons suivantes : *a.* Si t est la fonction tripédique $h ; b$ [2] : $b \cdot b' = 0$, $b \cdot h' = 0$, $b^{(0)} \cdot t = 0$. — *b.* Les fonctions

$$\mathrm{B} = \sigma b + \tau h$$

(σ, τ étant des fonctions scalaires) sont toutes les fonctions bipédiques coaxiales avec b (cf. n° 2), Or on a la relation $\mathrm{B} \cdot \mathrm{B}' = \sigma^2 b \cdot b' + \sigma\tau(b \cdot h' + h \cdot b') + \tau^2 h \cdot h'$, donc on trouve : Pour l'existence du système Σ_b il est nécessaire que le produit scalaire de chaque fonction B par sa dérivée B' s'annule, et il est suffisant, β étant une de ces fonctions différente de b, qu'on ait : $b \cdot b' = 0$, $b \cdot \beta' [= b' \cdot \beta] = 0$, $\beta \cdot \beta' = 0$ [3].

4. Un *effort* peut être déterminé (voir I) par son effort moyen et sa fonction bipédique immanente b ; les axes des efforts principaux sont les axes de b. Les conditions pour un *effort isostatique* [4] dépendent donc seulement de b et prennent la forme (A) (ou les autres du n° 3). Les problèmes des efforts isostatiques et des systèmes triples orthogonaux *se confondent donc tous deux avec celui des fonctions bipédiques* b déterminant un système Σ_b. Les conditions (A) étant remplies, tous les efforts avec un effort moyen quelconque et un bipède $\mathrm{B} = \sigma b + \tau h$ (voir n° 3^b) sont de même isostatiques.

---

(1) En omettant l'indice k, on a les relations (voir n° 2) : $\mathrm{L}' = \frac{3}{2}\, l l' + l^{(0)} ;_1 l$;

$$\mathrm{L} \cdot \mathrm{L}' \tfrac{3}{2}\, l l' \cdot l^2 + [\, l^{(0)} ;_1 l \cdot l^2 = 0\,] = l \cdot l l \cdot l' = \mathrm{L} \cdot (\sigma^{(0)} ;_1 b + \sigma b' + h')$$
$$= \sigma^2 b \cdot b' + \sigma (b \cdot h' + h \cdot b') + h \cdot h' ;_1 b \cdot h' = [\, b^{(0)} ;_3 b \cdot b = 0\,]$$
$$+ b' ;_2 b \cdot b - \tfrac{7}{10} [\, b^{(00)} ;_1 b \cdot b = 0\,] = h \cdot b'.$$

(2) Car $h \cdot h' = b^{(0)} ;_3 b \cdot h + \frac{1}{6} [\, b \cdot b\, b \cdot b' = 0\,] - \frac{7}{10} [\, b' ;_1 b \cdot h = 0\,] = b^{(0)} \cdot t$.

(3) Forme intégrale : $\int \mathrm{H}_b ; \mathrm{H}_{b'} d\omega = 0$, $\int \mathrm{H}_b ; \mathrm{H}_{h'} d\omega = 0$, $\int \mathrm{H}_h ; \mathrm{H}_{h'} d\omega = 0$, où ω est la surface d'une sphère qui a pour centre l'origine des α_k, et H_b est la fonction sphérique du bipède b.

(4) En se servant des notions de GIBBS-WILSON (*Vectoranalysis*), Φ étant *the dyadic* de l'effort, $\frac{1}{2} \Phi^2 = \Phi {}^{\times}_{\times} \Phi$, et si l'on pose $\nabla \times \Phi = \Phi'$, les conditions pour un effort isostatique trouvées par WEINGARTEN (*Journ. de Crelle*, t. 90) peuvent être écrites : $\Phi : \Phi' = 0$, $\Phi : \Phi'_2 [= \Phi_2 : \Phi'] = 0$, $\Phi_2 : \Phi'_2 = 0$.

5. Pour l'*effort spécial*, dont les composantes sont les dérivées du second ordre d'une fonction scalaire s, on trouve $b' = 0$; les équations du n° 3^a se réduisent à la seule (cf. Weingarten, *loc. cit.*)

$$\text{(B)} \qquad s^{(00)} \underset{2}{\cdot} s^{(00)} \underset{1}{\cdot} s^{(00)} \cdot s^{(000)} = 0.$$

Par des calculs exclusivement empruntés à la théorie des formes binaires et surtout des formes f dont le composé $(f, f)^4$ s'annule identiquement (voir Gordan, *Inv.*, II, p. 204), nous avons traité le *cas spécial* de la fonction bipédique (¹) : $b = \mathrm{N} \cdot r^{n-2} + r^2$, où r est le vecteur OX (partant de l'origine O) et N est un n-pède constant. Il n'y a que les possibilités suivantes pour un système triple orthogonal Σ_b ou un effort isostatique correspondant : (a) n quelconque et N spécial ; (b) $n = 2$, donc $b = a + r^2$, où a est un bipède constant : système des *surfaces confocales* de deuxième degré ; le bipède b étant situé sur un des hyperboloïdes à une nappe ; (c) $n = 3$ et N trirectangle ; (d) $n = 6$ et le sixpède N dirigé vers six sommets divers d'un *icosaèdre*.

6. M. Darboux a trouvé (*Syst. orth.*, p. 533) pour la *transformation d'espace dépourvue de rotations* donnée par la fonction s le théorème suivant : « Si s satisfait à une certaine équation partielle du troisième ordre, le trièdre T forme nécessairement un système triple orthogonal ; sinon, aucune des faces de T ne restera tangente aux surfaces d'une famille. » L'équation (B) est justement une forme de cette équation, et la deuxième partie de ce théorème peut être démontrée comme il suit : l'équation (B) n'étant pas satisfaite, on a (voir n° 3^a) $h \cdot h' \neq 0$, donc on trouve pour $b' = 0$ [voir équation (1), n° 2] qu'on a $l_k \cdot l'_k \neq 0$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Une extension de l'intégrale de M. Lebesgue.* Note (¹) de M. **Arnaud Denjoy**, transmise par M. Émile Picard.

L'intégrale de Riemann a un sens quand la fonction intégrée f est continue ou quand ses points de discontinuité forment un ensemble de mesure nulle. L'intégrale de Lebesgue s'applique à toute fonction f, d'une part mesurable et d'autre part bornée, ou plus généralement sommable. L'une et l'autre intégrales, prises entre a et x, sont des fonctions continues de x, a restant fixe, et leur dérivée est f, sauf en un ensemble de points de mesure nulle. Mais il est possible de former des fonctions dérivées qui ne sont ni

---

(¹) Dérivée $s^{(00)}$ ayant : $8n(n-1)s = 2[\mathrm{H}_n = \mathrm{N} \cdot r^n] + n(n-1)\mathrm{R}^4 + c\mathrm{R}^2 + \mathrm{V} \cdot r + \mathrm{C}$, où R est la longueur du vecteur OX, et V est un vecteur constant.

(²) Présentée dans la séance du 18 mars 1912.

intégrables selon Riemann, ni sommables selon Lebesgue. J'indiquerai dans cette Note un mode de calcul qui s'applique en particulier avec succès à toute fonction dérivée f et qui nous donne pour résultat une fonction continue ayant pour dérivée f.

Nous appellerons *totalisation* de f dans un intervalle a, b $(a < b)$ et nous désignerons par $V(a, b)$ un nombre calculé suivant les règles exposées ci-après, pourvu que f se prête indéfiniment à leur application.

Nous aurons à utiliser certaines notions.

A. Nous dirons que *f est non sommable en un point* si f est non sommable dans tout intervalle contenant (sens étroit) ce point. Si une fonction est sommable en un point, c'est qu'il existe donc un intervalle contenant ce point à son intérieur et où f est sommable.

Soit φ une fonction égale à f sur un ensemble parfait donné P, et à zéro en dehors de P. Nous dirons que f est *sommable* (ou non sommable) sur P, *dans un intervalle* contenant des points de P *ou en un point de* P, si φ est sommable (ou non sommable) dans cet intervalle ou en ce point. Les points de P où f est non sommable forment un ensemble fermé.

B. Considérons un ensemble parfait discontinu P et faisons correspondre un nombre A_n à chacun de ses intervalles contigus u_n. Nous dirons que la *série* A_n *est absolument convergente dans un intervalle* i si la série des nombres A_n correspondant à des intervalles u_n intérieurs à i est absolument convergente. La série A_n est donc absolument convergente dans tout intervalle intérieur à i.

Nous dirons que la série A_n est *absolument convergente en un point* M *de* P, si M est intérieur à un intervalle i où la série A_n est absolument convergente. Les points de non absolue convergence forment un ensemble fermé.

Pour calculer la totalisation V de f dans un intervalle quelconque, nous posons les définitions suivantes :

Première définition. — La totalisation de V dans un intervalle où f est sommable est l'intégrale de Lebesgue de f sur cet intervalle.

Deuxième définition. — V étant définie pour une suite finie d'intervalles juxtaposés, a_1, a_2; a_2, a_3; ...; a_{n-1}, a_n, $V(a_1, a_n)$ est par définition la somme $V(a_1, a_2) + V(a_2, a_3) + \ldots$.

Troisième définition. — Si f est sommable sur un ensemble parfait P, situé sur (g, k), si V a été calculé dans tout intervalle u'_n n'ayant à son intérieur aucun point de P (et par suite compris dans un intervalle u_n contigu

à P), si, $W(u_n)$ étant la borne supérieure de $|V(u'_n)|$ quand u'_n prend toutes les positions possibles intérieures à u_n, la série $W(u_n)$ est convergente ; par définition

$$V(g, k) = \Sigma V(u_n) + \int_P f,$$

$V(u_n)$ étant la totalisation de f entre l'origine et l'extrémité de u_n.

Nous dirons que f est *totalisable* dans un intervalle a, b si elle satisfait aux trois conditions suivantes :

Condition I. — Quel que soit l'ensemble parfait P situé sur a, b, l'ensemble des points de P où f est non sommable sur P, est non dense sur P.

Condition II (de continuité de V). — Si $V(c', d')$ a été calculé quels que soient $c' < d'$ (c' et d') intérieurs au segment c, d, $V(c', d')$ tend vers une limite quand c' tend vers c et d' vers d. Pour la continuité de V nous posons alors, par définition

$$V(c, d) = \lim V(c', d').$$

Condition III. — Quel que soit l'ensemble parfait P, si V a été calculé dans tout intervalle u_n contigu à P, l'ensemble des points de P où la série W_n n'est pas convergente est non dense sur P.

Montrons comment, f satisfaisant à ces conditions, l'application répétée des définitions posées nous permet de calculer $V(a, b)$ au moyen d'une infinité dénombrable d'intégrales de Lebesgue, et l'addition des résultats effectuée dans un certain ordre.

1° Tirons parti de la condition I. Prenons d'abord pour P le continu. L'ensemble E_1 des points de a, b, où f n'est pas sommable, est fermé et non dense. E_1 est la somme d'un ensemble parfait P_1 et d'un ensemble Π_1 dénombrable. L'ensemble E_2 des points de P_1 où f est non sommable sur P_1 est fermé et non dense sur P_1. Nous posons $E_2 = P_2 + \Pi_2$, P_2 étant parfait et Π_2 dénombrable.

Supposons E_β, P_β, Π_β définis pour toutes les valeurs entières ou transfinies de β inférieures à un nombre donné α. Alors, si α est de première espèce (c'est-à-dire si α a un précédent), E_α est par définition l'ensemble des points de $P_{\alpha-1}$ où f n'est pas sommable sur $P_{\alpha-1}$. Si α est de seconde espèce, E_α est l'ensemble commun à tous les ensembles E_β (ou P_β). Dans tous les cas, E_α est fermé. Nous posons $E_\alpha = P_\alpha + \Pi_\alpha$, P_α étant parfait, Π_α dénombrable et réductible dans tout intervalle contigu à P_α.

$P_{\alpha+1}$ est non dense sur P_α. Donc il existe pour chaque fonction f satisfaisant à la condition I un nombre transfini de première espèce δ, tel

que $E_\delta = 0$, avec $E_{\delta-1} \neq 0$. Alors ou bien $E_{\delta-1}$ est réductible, ou bien f est sommable sur $P_{\delta-1}$.

D'après la première définition, dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E_1, V se calcule comme étant l'intégrale de Lebesgue de f dans cet intervalle.

2° D'après la condition II, V se calcule dans tout intervalle contigu à E_1, ensuite dans tout intervalle contigu au premier dérivé, puis à un dérivé d'ordre quelconque de E_1, finalement dans tout intervalle contigu à P_1, par une infinité dénombrable de passages à la limite.

On voit de même que si V vient à être calculé dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E_α, une infinité dénombrable d'utilisations de la condition II nous permet d'avoir V dans chaque intervalle contigu à P_α.

3° Tout se réduit donc à calculer V dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E_2 (avec $E_{\alpha+1}$) sachant le calculer dans tout intervalle contigu à P_1 (à P_α).

Soit donc l, m un intervalle contenant un ensemble parfait P sur lequel f est sommable. Supposons connu V (u'_n) quel que soit u'_n compris dans l'intervalle u_n contigu à P (cette hypothèse est exacte quand P coïncide avec P_1). Formons la série $W(u_n)$. Les points de P où elle diverge forment un ensemble E^1 fermé et non dense sur P, somme de P^1 parfait et de Π^1 réductible dans les intervalles contigus de P^1. Dans tout intervalle n'ayant aucun point commun avec E^1, la troisième définition nous donne V. Donc la condition II nous donne V dans tout intervalle contigu à E^1 et de proche en proche à P^1 par une infinité dénombrable de passages à la limite.

Dans le calcul de V sur l, m, P est remplacé par P^1 non dense sur lui. De proche en proche, on définit une suite bien ordonnée d'ensembles E^α ou P^α, chacun non dense sur les précédents, donc nuls à partir d'un certain rang, et l'on calculera V dans les intervalles contigus à chacun d'eux. Quand on sera parvenu au dernier, on trouvera V (l, m) qui sera donc calculé au moyen d'une infinité dénombrable d'intégrales de Lebesgue ajoutées dans un certain ordre.

Le lecteur voit donc sans peine que V (a, b) s'obtient par une opération du même type.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'invariance de la courbe fermée.* Note de M. **L.-E.-J. Brouwer**, transmise par M. Émile Picard.

D'après la définition de M. Schœnflies, on entend par une *courbe fermée* un ensemble plan, borné, parfait, d'un seul tenant, déterminant dans

le plan deux régions, et identique à la frontière commune de ces deux régions.

La propriété d'être une courbe fermée est un *invariant de l'analysis situs*, autrement dit toute image plane, biunivoque et continue d'une courbe fermée est encore une courbe fermée, généralisation du théorème de M. Jordan affirmant que toute image plane, biunivoque et continue du cercle est une courbe fermée.

Le théorème de l'invariance de la courbe fermée a été énoncé par M. Schœnflies, mais il n'en existait pas encore de démonstration, lacune que j'ai comblée moyennant le raisonnement suivant, dont je me borne à indiquer les principes :

Un ensemble fini de points, arrangé dans un ordre cyclique, sera appelé une *chaîne*. Une chaîne pour laquelle le maximum des distances de deux points successifs est inférieur à ε, sera appelée une *chaîne-ε*.

Par une *modification-η* d'une chaîne j'entendrai : 1° un déplacement $< \eta$ d'un de ses points, transformant la chaîne en une chaîne-η; 2° l'intercalation d'un nouveau point, transformant la chaîne en une chaîne-η.

Soit h un nombre fini et positif, e un ensemble borné, parfait, d'un seul tenant et admettant la propriété suivante : pour chaque ε il existe une telle quantité η s'évanouissant avec ε et h telles *chaînes fondamentales* situées dans e, qu'on peut transformer toute chaîne-ε située dans e, moyennant un nombre fini de modifications-η et sans la faire quitter l'ensemble e, en une *chaîne canonique*, se composant d'un nombre fini de chaînes fondamentales. Nous dirons que l'ensemble *e admet une base h-uple de cyclose*. Évidemment la propriété dont il s'agit ici est un *invariant de l'analysis situs*.

Un ensemble n'admettant pas de base $(h-1)$-uple, mais admettant une base h-uple de cyclose, sera dit *admettre une base réduite h-uple de cyclose*.

On démontre la proposition suivante :

Si un ensemble borné, parfait, d'un seul tenant, détermine dans le plan un nombre fini $h+1$ de régions, il admet une base réduite h-uple de cyclose. S'il détermine dans le plan une infinité de régions, il n'admet pas de base finie de cyclose.

Il s'ensuit que *deux ensembles de régions, déterminés dans le plan l'un par un ensemble borné, parfait, d'un seul tenant e, l'autre par une image biunivoque et continue de e, possèdent le même nombre cardinal.*

L'invariance de la courbe fermée forme un cas spécial de ce dernier théorème.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la recherche des surfaces isodynamiques.*
Note de M. A. **Friedmann**, présentée par M. Appell.

Je me permets d'indiquer dans cette Note les résultats de mes recherches sur les surfaces triplement isodynamiques $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$, $\rho_2 = \text{const.}$, définies par Lamé (¹) de la manière suivante :

1. Les tensions sur la surface $\rho_i = \text{const.}$ dans un corps élastique, qui est en équilibre sous l'action des forces superficielles, sont normales sur cette surface $\rho_i = \text{const.}$

2. Les tensions sur la surface $\rho_i = \text{const.}$ ne dépendent que de ρ_i. En désignant ces tensions par $f_i(\rho_i)$ $(i = 1, 2, 3)$ les équations, en coordonnées curvilignes ρ, ρ_1, ρ_2, qui régissent la loi des surfaces isodynamiques, s'écriront :

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &f'(\rho) + f(\rho)\left(\frac{\partial \log H_1}{\partial \rho} + \frac{\partial \log H_2}{\partial \rho}\right) - f_1(\rho_1)\frac{\partial \log H_1}{\partial \rho} - f_2(\rho_2)\frac{\partial \log H_2}{\partial \rho} = 0,\\ &f_1'(\rho_1) + f_1(\rho_1)\left(\frac{\partial \log H_2}{\partial \rho_1} + \frac{\partial \log H}{\partial \rho_1}\right) - f_2(\rho_2)\frac{\partial \log H_2}{\partial \rho_1} - f(\rho)\frac{\partial \log H}{\partial \rho_1} = 0,\\ &f_2'(\rho_2) + f_2(\rho_2)\left(\frac{\partial \log H}{\partial \rho_2} + \frac{\partial \log H_1}{\partial \rho_2}\right) - f(\rho)\frac{\partial \log H}{\partial \rho_2} - f_1(\rho_1)\frac{\partial \log H_1}{\partial \rho_2} = 0, \end{aligned}\right.$$

où H, H_1, H_2 sont les paramètres différentiels des surfaces $\rho = \text{const.}$, $\rho_1 = \text{const.}$, $\rho_2 = \text{const.}$ (²).

L'analyse des équations (1) ainsi que des équations bien connues de Lamé pour H, H_1, H_2 nous a conduit aux résultats suivants :

Premier cas. — Toutes les tensions f, f_1, f_2 sont différentes de constantes. Dans ce cas il n'existe qu'une seule classe de surfaces isodynamiques, à savoir la classe des surfaces de M. Darboux (³) à paramètres différentiels :

$$H = \frac{\mathfrak{S}(\rho)}{\sqrt{(\rho_1 - \rho)(\rho - \rho_2)}},$$
$$H_1 = \frac{\mathfrak{S}(\rho_1)}{\sqrt{(\rho_2 - \rho_1)(\rho_1 - \rho)}},$$
$$H_2 = \frac{\mathfrak{S}_2(\rho_2)}{\sqrt{(\rho - \rho_2)(\rho_2 - \rho_1)}};$$

où $\mathfrak{S}$, $\mathfrak{S}_1$, $\mathfrak{S}_2$ sont les polynomes du troisième degré.

(¹) Lamé, *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, p. 275.

(²) Voir A.-E.-H. Love, *Treatise on the theory of elasticity*, 2ᵉ édition, p. 89.

(³) Voir Mémoire de M. Darboux (*Annales de l'École Normale*, 1878).

Deuxième cas. — L'une au moins des tensions f, f_1, f_2 est constante [1]. A ce cas correspondent trois sortes de surfaces isodynamiques :

1° Certaines classes de surfaces de révolution orthogonales et les plans passant par une droite, ainsi que les surfaces cylindriques orthogonales et les plans parallèles;

2° Les sphères concentriques et les cônes orthogonaux ayant leurs sommets dans le centre commun des sphères;

3° Les surfaces pour lesquelles $H = H_1 = H_2$ [2].

Les surfaces énumérées sont les seules qui peuvent jouer le rôle de surfaces isodynamiques.

Les démonstrations explicites des propositions énoncées seront données dans un travail plus étendu.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la dissolution du cuivre dans l'eau.* Note de M. **J. Pionchon**, présentée par M. J. Violle.

En poursuivant l'étude du phénomène dont j'ai entretenu l'Académie dans une Note précédente [3], j'ai été amené à penser qu'en soumettant à une percussion une électrode d'une pile à un liquide : $M_1|L|M_2$, formée par deux lames M_1 M_2 d'un même métal M plongées dans un liquide électrolytique L, on trouble momentanément, sur l'électrode percutée, la relation chimique de ce métal avec le liquide, relation qui se trouve, par suite, mise en évidence par la force électromotrice due à la dissymétrie passagère alors établie entre les actions du liquide sur les deux électrodes. Voici des faits qui me semblent ne laisser aucun doute à cet égard.

Si avec de l'eau ordinaire et deux lames de cuivre, fraîchement décapées à l'acide azotique et bien lavées, on forme la pile : *cuivre* | *eau* | *cuivre*, et si l'on met cette pile en circuit avec un galvanomètre sensible (par exemple : un galvanomètre Carpentier, type balistique, ayant une constante de l'ordre de 125 mégohms), on constate qu'en l'absence de tout ébranlement, cette pile, quelques secondes après l'immersion des électrodes, présente une force électromotrice parfaitement fixe (nulle ou très faible). Si l'on soumet alors l'une quelconque des lames de cuivre à une percussion,

---

(1) Nous laisserons de côté le cas où toutes les tensions dans le corps sont égales entre elles.

(2) Voir G. Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 166.

(3) Séance du 3 juillet 1911, *Comptes rendus*, t. 153, p. 47.

en frappant sur elle un ou plusieurs petits coups secs avec un objet dur quelconque, on observe une déviation brusque du galvanomètre, ressemblant à la décharge d'un voltamètre polarisé, et indiquant que la lame percutée devient momentanément négative; la déviation accuse un courant temporaire allant de la lame percutée à l'autre lame, dans le liquide, et de celle-ci à celle-là à travers le galvanomètre. Si l'on renouvelle l'épreuve de temps en temps sur le même appareil abandonné à lui-même, on constate qu'il devient de moins en moins sensible et finit par ne l'être plus du tout. Pour mon appareil, qui comporte environ 25^{cm^3} d'eau et des lames ayant chacune une surface immergée d'environ $1^{cm^2},25$, cet état d'insensibilité est atteint environ 36 heures après le montage de la pile. Mais alors, si l'on remplace l'eau ancienne par de l'eau neuve, en conservant les mêmes lames, on constate que celles-ci manifestent de nouveau la sensibilité au choc ci-dessus décrite.

En faisant cette remarque, j'ai pensé, naturellement, que l'inactivité finale de la pile précédente devait tenir, au moins pour une part, à quelque modification éprouvée par l'eau au cours de son contact avec les lames de cuivre. En quoi consistait cette modification? Le sens du transport d'électricité provoqué, au début, par la percussion permettait de penser, suivant la théorie de Nernst, à une ionisation du cuivre faisant perdre à la lame percutée des ions cuivre d'une façon plus active qu'à l'autre, et rendant, par suite, cette lame percutée négative par rapport à l'autre. Toutefois, dans l'eau devenue inactive, les réactifs chimiques les plus sensibles ne peuvent mettre en évidence aucune trace de cuivre. Il y en a cependant, car j'ai constaté que cette eau redevient active après avoir été agitée quelques secondes avec de la limaille de fer, sans doute parce que cette limaille la débarrasse de cuivre dissous.

Le phénomène que je viens de décrire révèle donc une dissolution du cuivre dans l'eau ordinaire, qui échappe aux réactifs chimiques. Il permet de reconnaître si une eau donnée a été en contact ou non pendant un certain temps avec du cuivre. Pour m'en bien assurer, j'ai prié un de mes collègues de me remettre 10 petits flacons contenant de l'eau puisée à un robinet de son laboratoire, et dont un certain nombre, laissés à son choix, auraient reçu, pendant 2 jours au moins, des lames de cuivre, enlevées ensuite. J'ai soumis ces 10 échantillons d'eau à l'épreuve de l'électrode percutée, avec le système des deux électrodes de cuivre qui servaient habituellement à mes expériences, et la double liste que j'ai dressée, d'après cet examen, des flacons dont l'eau me paraissait avoir été cuivrée et des flacons dont l'eau me paraissait être vierge, fut identique, sans aucune erreur, à celle qu'avait établie mon collègue en préparant les flacons.

Je crois pouvoir conclure de toutes ces observations que le cuivre mis en

digestion avec l'eau ordinaire s'y dissout, à l'état de traces insensibles aux réactifs chimiques ordinaires, mais sensibles à la méthode d'épreuve micro-électrochimique que j'ai instituée. Cette dissolution infime du cuivre est accompagnée du phénomène électrique admis par la théorie de Nernst et s'accorde bien avec la petitesse de la pression de dissolution du cuivre supposée par cette théorie.

Nombre d'études relatives aux relations chimiques entre métaux divers et liquides divers et à des attaques inaperçues par voie purement chimique, semblent susceptibles d'être entreprises par la méthode d'épreuve qui m'a fourni ces premiers résultats.

PHYSIQUE. — *Sur l'influence de la température et de la lumière sur la conductibilité d'un corps phosphorescent* (CaS). Note de M. **P. Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

J'ai déjà signalé (¹) la variation considérable que paraît subir, sous l'action de la lumière, la conductibilité du sulfure de calcium. Mais dans ces premières expériences le sulfure était agglutiné avec de la colle et l'on pouvait se demander si celle-ci ne jouait pas un rôle important.

J'ai pu, depuis, me rendre compte que la colle a seulement pour effet d'augmenter la conductibilité sans en modifier de façon appréciable la loi de variation. Il n'est guère possible de réaliser avec du sulfure seul une fente dont la résistance soit d'un ordre de grandeur facilement mesurable. Mais on peut obtenir des résistances notablement plus faibles en substituant à la fente une plaque mince de sulfure, d'épaisseur au plus égale à 1^{mm} et comprimée entre deux électrodes conductrices dont l'une est rendue transparente et reçoit le flux rayonnant. J'ai utilisé à cet effet, soit des lames de verre faiblement argentées, soit des toiles de cuivre à mailles très fines, la seconde électrode étant constituée, suivant le cas, par une lame d'argent ou de verre argenté, ou par une lame de cuivre.

Quel que soit le dispositif adopté, les résultats obtenus sont les mêmes, au moins quant à la marche générale des phénomènes. Quantitativement, ils varient avec l'épaisseur de la couche de sulfure, la transparence plus ou moins grande de l'électrode d'entrée, en un mot avec chaque appareil réalisé.

(¹) *Comptes rendus*, 4 décembre 1911.

D'une façon générale, en accord avec mes premiers résultats, la conductibilité augmente sous l'action de la lumière jusqu'à un maximum, puis diminue. Dans l'obscurité elle diminue d'une façon continue, et en 4 ou 5 jours elle change complètement d'ordre de grandeur, l'appareil devenant en général inutilisable. Pour un appareil donné, les variations relatives de conductibilité sont d'ailleurs indépendantes de la conductibilité initiale.

Le passage du courant polarise la résistance d'une façon d'autant plus marquée et persistante que les deux électrodes sont plus dissemblables. Comme il est nécessaire d'avoir la valeur de cette résistance à des instants rapprochés et bien déterminés, on ne peut guère utiliser pour la mesure qu'une méthode de lecture directe. Dans le cas des dispositifs facilement polarisables, j'ai employé la méthode suivante qui a l'avantage de diminuer le passage d'électricité à travers la résistance et, par conséquent, de diminuer la polarisation.

Une capacité C est chargée avec une batterie d'accumulateurs de force électromotrice E, puis déchargée dans un circuit dérivé dont une branche porte la résistance x et le galvanomètre de résistance négligeable g, et l'autre une résistance fixe R. Si q est la charge qui traverse x et g, on a

$$q(x+\mathrm{R}) = \mathrm{CRE} = \text{const.}$$

En prenant R = 1 mégohm, C = 1 microfarad, l'ordre de sensibilité de la méthode est le même que lorsqu'on ferme directement la force électromotrice E sur $g+x$. La différence est que, dans ce dernier cas, on doit laisser passer le courant jusqu'à ce que l'élongation soit devenue maxima, c'est-à-dire une dizaine de secondes, et que la quantité d'électricité qui traverse x est environ dix fois plus grande. On peut d'ailleurs alterner le sens de la décharge dans x en passant d'une mesure à la suivante.

Comme les variations de conductibilité observées pouvaient ne tenir qu'à des variations de température, je me suis arrangé pour mesurer ces dernières. Un couple thermoélectrique (Ag-Pt dans le cas des résistances à électrodes d'argent, Cuivre-Maillechort dans le cas des résistances à électrodes de cuivre) a sa soudure en contact avec la couche de sulfure par l'électrode inférieure. Il est fermé sur un galvanomètre peu résistant dont l'échelle est assez voisine de celle du galvanomètre g pour que toutes deux puissent s'observer simultanément. Une boîte de résistances intercalée dans le circuit permet de donner aux deux spots des déplacements d'amplitudes comparables.

Lorsqu'on soumet la résistance au flux, sa température s'élève progressivement et tend à devenir stationnaire. En prenant la variation de température pour abscisse, la variation relative de conductibilité pour ordonnée, la courbe, d'abord convexe du côté des abscisses, devient assez rapidement une droite, puis, après plusieurs heures, s'incurve à nouveau lorsque la conductibilité arrive vers son maximum. La forme de la première partie de la courbe peut s'expliquer par le fait que, dans les premiers instants de

l'éclairement, la température de la soudure et la température moyenne du sulfure ne se correspondent pas. Il semblerait dès lors licite d'attribuer à l'unique variation de température la variation de résistance observée. Cette hypothèse est toutefois contredite par les faits suivants :

1° La conductibilité passe toujours par un maximum et décroît ensuite rapidement, alors que la température est stationnaire ou même augmente encore;

2° Le coefficient angulaire de la partie rectiligne de la courbe varie avec la source de lumière utilisée et la distance de cette source;

3° Ce coefficient angulaire est considérablement modifié par l'interposition, entre la source et la résistance, d'un vase rempli d'eau qui absorbe les grandes longueurs d'onde;

4° La partie rectiligne de la courbe supposée prolongée ne passe jamais par l'origine;

5° Enfin, lorsque l'éclairement est supprimé, la température et la conductibilité décroissent toutes deux, mais la courbe qui lie leurs variations n'a aucun rapport avec la précédente, même alors que l'éclairement a été de courte durée et qu'on est très loin du maximum de conductibilité. Il arrive même que, dans ce cas, pendant quelques minutes, la conductibilité continue à croître alors que la température décroît.

SPECTROSCOPIE. — *Structure des bandes telluriques dues à l'oxygène.* Note de M. R. FORTRAT, présentée par M. Deslandres.

Les trois bandes telluriques A, B et α ont été étudiées d'abord par Cornu (1) qui a surtout cherché à séparer nettement les raies dues à l'absorption de l'oxygène terrestre.

Plus tard Rowland, dans son beau travail sur la détermination des longueurs d'onde des raies du spectre solaire, a repris la mesure des bandes B et α dans de meilleures conditions expérimentales qui lui ont permis d'atteindre une plus grande exactitude; il a aussi pu exclure de ces bandes quelques raies que Cornu y avait classées et mesurer une quatrième bande, la bande δ qui a sa tête à $\lambda = 5788,3$ Å, mais que je laisserai provisoirement de côté.

La partie la moins réfrangible, que j'appellerai *deuxième partie*, se compose d'une raie isolée suivie d'une belle série de doublets dont la densité décroît quand la longueur d'onde augmente. La partie la plus réfringente, ou *première partie*, qui contient la

(1) CORNU, *Ann. de Phys. et de Chim.*, 6e série, t. VII, 1886, p. 1.

tête de la bande, présente un maximum d'intensité au voisinage d'une raie que Cornu appelait la *raie principale*.

Deslandres a le premier indiqué une relation précise entre les éléments d'une même bande et des bandes de l'oxygène en particulier (¹). On peut classer les raies de façon que « les intervalles d'une raie à la suivante, calculés en nombres de vibrations, sont à peu près en progression arithmétique ... Chacune des bandes A, B et α serait alors formée d'au moins deux séries.... De plus la loi est vérifiée malgré certaines irrégularités ou perturbations qui se traduisent par une oscillation de la série des intervalles autour de la série arithmétique. Une variation de l'intensité des raies paraît accompagnée d'une variation des intervalles par rapport à la progression. »

Plus tard Higgs (²), cherchant le nombre des séries distinctes, a considéré les deux parties de chacune de ces bandes comme formées de doublets à peu près égaux, et il a essayé de les réunir entre eux en admettant qu'il manquait une raie à l'un des doublets; un graphique à petite échelle est à peine satisfaisant et l'idée de Higgs ne résistait pas au calcul. Il en a conclu que chaque bande est formée de quatre séries de raies distinctes. C'est aussi la conclusion de Lester (³).

Avec une représentation différente, en admettant qu'il manque deux raies au voisinage de la raie isolée, on peut réunir entre eux les deux parties de façon très satisfaisante. Bien plus, en donnant aux raies des numéros d'ordre convenables positifs et négatifs, on peut réunir toutes les raies de chaque bande sous une seule formule dont la partie principale est de la forme

$$N = am^2 + bm + c, \qquad m = 0 \pm 1 \pm 2 \pm 3 \ldots.$$

Chaque bande se compose ainsi de deux séries égales obéissant à peu près à la loi de Deslandres; mais la relation précédente introduit deux conditions supplémentaires: la première fixe la position relative des deux séries, l'autre détermine la position de la tête de la bande qui correspond à $m = 0$; il n'y a, en effet, pas d'ambiguïté sur le numéro d'ordre à attribuer à chaque raie, même si la tête de la bande n'était pas observée.

Au voisinage des deux raies absentes se produit une importante perturbation qui porte sur l'intensité et qui déplace un peu les raies voisines du premier groupe; néanmoins la considération de la moyenne arithmétique ν_m des fréquences de deux raies de numéros d'ordres symétriques $+m$ et $-m$ prouve que, malgré cette perturbation, les deux parties de raies appartiennent à une même série.

(¹) Deslandres, *Comptes rendus*, t. 103, 1886, p. 375.

(²) Higgs, *Astronomy a. Astroph.*, t. II, 1893, p. 547; *Astroph. Journ.*, t. XXII 1905, p. 346.

(³) Lester, *Astroph. Journ.*, t. XX, 1904, p. 81.

La mieux connue est la bande B; je la choisirai comme exemple en la représentant par la formule

$$N = -25,7\,m^2 - 14,8\,m + 1456120 - 0,0122\,m^3.$$

L'erreur quadratique moyenne sur la fréquence N calculée par cette formule vaut 0,107 Å sur un intervalle de 92 Å; mais sur v_m, elle ne vaut que 0,075 Å; en particulier, quand on passe de la première partie à la deuxième, les valeurs de v_m se font très bien suite à travers le trou qui les sépare.

Les formules de Higgs donnent une erreur quadratique moyenne moins grande, soit 0,03 Å, mais, pour la comparaison, il faut tenir compte de ce qu'il emploie quatre formules à coefficients tous différents.

Dans la bande B caractérisée par la formule (1), il manque les deux raies $m = \pm 11$. Le Tableau de Rowland ne contient pas non plus les raies $m = -1$ et $m = -2$.

Bande A. — La formule déduite des nombres de Cornu est

$$N = -20,4\,m^2 - 15\,m + 1316670 + 0,0005\,m^4;$$

il manque les raies $m = \pm 14$. Le Tableau de Cornu ne commence qu'aux raies $m = \pm 5$: il resterait à décider si les premières raies manquent ou ont échappé par suite de leur faible intensité : la chose ne paraît pas impossible, car la longueur d'onde est déjà très grande (7600 Å).

Bande α. — La formule déduite des nombres de Rowland est

$$N = -30,51\,m^2 - 19\,m + 1593190 - 0,0026\,m^4 - 0,02\,m^3;$$

il manque les raies $m = \pm 9$.

Il reste encore une bande, celle que Rowland a désignée par δ. Elle a une grande ressemblance avec les trois autres : toutefois les raies de la première partie se prêtent mal à la représentation que j'ai indiquée, mais elles sont très peu intenses, et les difficultés que Rowland y a rencontrées pour trier les raies dues à l'absorption de l'oxygène terrestre devaient être assez grandes pour qu'une confusion n'ait pas été impossible.

Si on laisse de côté l'importante perturbation qui se produit au passage d'une partie à l'autre, on peut, pour les trois bandes A, B et α, énoncer la règle suivante :

Si l'on affecte chaque raie d'un numéro d'ordre convenable positif ou négatif, et si, sur deux axes de coordonnées rectangulaires, on porte en abscisse la fréquence de chaque raie, en ordonnée son numéro d'ordre, les

points représentatifs dessinent une courbe qui a l'aspect d'une parabole complète ayant pour axe une droite parallèle à l'axe des abscisses et dont le sommet est voisin de la tête de bande représentée sur cet axe (numéro d'ordre nul).

SPECTROSCOPIE. — *Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique.* Note de M. G.-A. **Hemsalech**, présentée par M. Deslandres.

Continuant mes recherches sur les mouvements de la vapeur métallique dans l'étincelle de self-induction, j'ai étudié, d'après la méthode indiquée précédemment, les trajectoires des vapeurs de quatorze éléments différents. La longueur de l'étincelle était toujours de 5^{mm}, la self-induction de 0,0125 henry et la capacité de dix plaques condensatrices, excepté dans le cas du calcium et de l'aluminium où l'on était obligé, à cause de la grande quantité de vapeur produite, de n'utiliser que deux et une plaque respectivement.

La vitesse du courant d'air employé pour dévier la trajectoire de la vapeur variait entre $15^{m},3$ et $43^{m},9$ par seconde selon les besoins.

Les valeurs des vitesses données ci-dessous se rapportent toutes au trajet compris entre deux points situés à $0^{mm},54$ et $1^{mm},60$ de l'électrode.

En prenant la moyenne des nombres obtenus pour les différentes images monochromatiques de l'auréole d'un même élément, on a eu soin de ne pas y comprendre les images de grande étendue produites par des raies spectrales de basse température.

Quoique l'étude ait dû être limitée à un petit nombre de corps, les résultats permettent néanmoins d'entrevoir l'existence de certains groupes dans lesquels les vitesses semblent être régies, du moins en partie, par les *poids atomiques*.

Dans le cas de l'argent aucune image suffisamment nette de l'auréole due aux radiations de la vapeur de cet élément n'a pu être relevée avec le spectrographe en verre : on sait que ses raies principales se trouvent dans l'ultraviolet. Or j'ai constaté que la vapeur lumineuse produite par la vaporisation de l'isolant (mastic de Golaz) qui protège l'électrode a toujours à peu près la même vitesse que la vapeur du métal constituant cette dernière. Son spectre se compose principalement des raies du calcium. La vitesse de 14 m : sec, que j'ai indiquée pour l'argent, a été déduite des mesures faites sur la raie 4319 du calcium. Quoique cette valeur soit donnée sous toutes réserves, il est cependant permis d'affirmer que la vitesse de la vapeur de l'argent se

rapproche de celle de la vapeur du cuivre. Les nombres obtenus pour l'étain et l'antimoine sont également incertains à cause d'un manque de netteté des images et de la présence d'impuretés, dont les raies masquaient celles de l'élément à étudier.

Dans le Tableau ci-dessous, qui contient les résultats de cette étude, les éléments ont été groupés afin de faire ressortir les relations possibles entre la vitesse de la vapeur et certaines propriétés chimiques et physiques qui lient les éléments de chaque groupe :

	Vitesse de la vapeur.	Poids atomique.
Magnésium	27,6 m : sec	24,4
Zinc	51 »	65,4
Cadmium	209 »	112
Cuivre	14 »	63,6
Argent	14? »	107,9
Fer	27,2 »	56,0
Nickel	28 »	58,7
Aluminium	34 »	27,1
Thallium	53 »	204,1
Plomb	49,6 »	206,9
Thallium	53 »	204,1
Bismuth	54 »	208,5
Étain	50? »	119,0
Antimoine	68? »	120
Calcium		40
3644, 4227, 4319, 4586	87 »	
3737, 3969	148 »	

Les raies renforcées (*enhanced lines*) du calcium ont donné une vitesse presque double de celle des raies d'arc. Ce fait ne peut pas s'expliquer par une trop grande étendue de l'auréole, car la radiation 3737 donne une image plutôt faible et mince. J'hésite cependant à attribuer ce résultat à l'existence de centres d'émission de nature différente avant d'avoir fait de nouvelles expériences. La raie d'étincelle du magnésium 4481 a donné la même valeur de vitesse que les raies d'arc de cet élément.

L'ensemble des résultats de cette étude permet de faire quelques réflexions intéressantes sur le mode de production de la vapeur mécanique. J'ai déjà mentionné le fait que la vapeur du calcium provenant de la vaporisation de l'isolant qui recouvre presque entièrement la pointe de l'électrode accuse toujours la même vitesse que la vapeur du métal dont est constituée cette dernière. Il semble donc que dans ces conditions de production la vapeur du calcium ne possède pas de vitesse individuelle. Par contre nous avons vu que, quand le calcium constitue l'électrode, sa vapeur est projetée avec une vitesse bien déterminée. Il faut donc conclure que la vapeur du calcium provenant de la décomposition de l'isolant n'est pas projetée, mais simplement entraînée par la vapeur de l'électrode. Or il y a peu de doute que la vaporisation de l'isolant, d'ailleurs très volatil, soit uniquement due à la chaleur dégagée par l'étincelle. D'un autre côté, comme je l'ai démontré, la vitesse de la vapeur projetée de l'électrode n'est pas sensiblement modifiée par des variations de la capacité ou, autrement dit, par des variations de chaleur. De ces considérations il me paraît résulter que la vapeur lumineuse du métal, dont est formée l'électrode, n'est pas produite par des actions thermiques, mais par quelque autre processus, encore inconnu, qui lui imprime en même temps une vitesse caractéristique. Ce processus peut consister en un arrachement des molécules à la surface au moment de la décharge et la vitesse initiale de projection dépendra de la force nécessaire pour vaincre la résistance offerte par la cohésion des molécules. La vitesse de la vapeur dans sa course à travers l'espace d'air entre les électrodes sera sensiblement modifiée par la résistance de l'air et le poids atomique de l'élément.

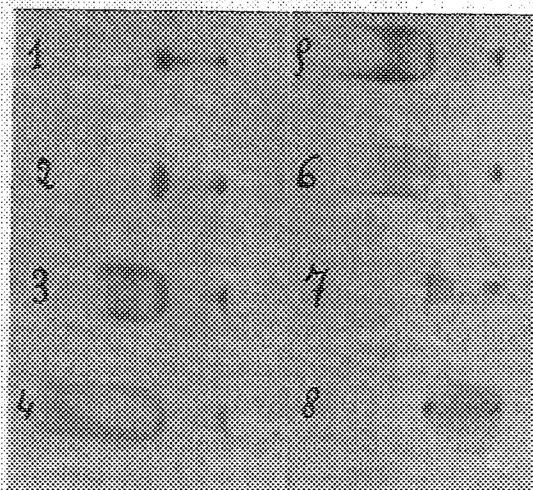
En résumé, les valeurs numériques que j'ai obtenues pour la vitesse de la vapeur lumineuse dans l'étincelle seraient fonctions du poids atomique et de la cohésion moléculaire de l'élément considéré.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur divers aspects de la décharge d'un condensateur.* Note de M. A. Aubertin, présentée par M. Villard.

On peut, *à la pression atmosphérique*, obtenir des étincelles de décharge d'un condensateur sous des formes très variées, depuis l'aspect de la décharge dans un tube de Geissler jusqu'à celui de l'étincelle disruptive blanche.

Tœpler (¹), Kaufmann (²) ont obtenu la décharge de Geissler en employant des électrodes en ardoise ou en bois. On l'obtient entre des électrodes métalliques de très faible capacité distantes de $0^{mm},5$ à 1^{mm} lorsque le courant est amené à ces électrodes par des conducteurs de très grande résistance.

Une batterie de bouteilles de Leyde est chargée par une machine de Holtz dont l'un des pôles est au sol. Elle se décharge entre des électrodes formées de deux fragments de fil de platine, de $0^{mm},3$ de diamètre et 1^{cm} de longueur, arrondis à leurs extrémités et soudés dans des tubes de verre de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre. Les étincelles s'observent au microscope. Les figures, sur lesquelles la cathode est à gauche, sont des photographies grossies 18 fois. Lorsqu'on intercale sur le circuit deux tubes, remplis d'eau, de 70^{cm} de longueur totale dont on diminue progressivement la résistance en enfonçant les fils reliés à la batterie, puis en remplaçant l'eau par une solution de sulfate de cuivre, l'étincelle prend les différents aspects suivants :



On voit d'abord, sur la cathode, une lueur *bleue* très peu étendue, suivie d'un espace noir trop court pour être visible sur la photographie (*fig.* 1), puis d'une étroite colonne anodique *rose*.

Lorsque la résistance diminue, la gaine cathodique s'étend de plus en plus, la colonne anodique s'élargit et devient moins lumineuse (*fig.* 2, 3 et 4).

Sur la cathode, dans la gaine bleue et jusqu'à une distance de l'extrémité beaucoup plus grande que l'intervalle explosif, on voit ensuite se produire des flammes roses, desquelles sont lancées dans toutes les directions des

(¹) *Wied. Ann.*, t. LXIII, 1897, p. 109.

(²) *Wied. Ann.*, t. II, 1900, p. 158.

particules incandescentes. Les particules projetées sont trop peu lumineuses pour être visibles sur les photographies. Pour les plus grandes résistances auxquelles ce phénomène se produit, les particules, qui s'éloignent d'abord de la cathode, font ensuite un crochet qui les en rapproche. La teinte rose de la colonne anodique devient plus violette (*fig.* 5 et 6). Lorsqu'on emploie comme cathode, non plus du platine, mais un fil de cuivre, on observe, au lieu de particules incandescentes, des flammes vertes.

Pour de plus faibles résistances du circuit, la gaine cathodique bleue disparaît, les flammes roses se produisent moins loin du sommet de la cathode où apparaissent des taches blanches très brillantes. La colonne anodique est au centre d'une auréole blanche qui remplit l'intervalle anode-cathode (*fig.* 7).

La cathode devient ensuite de plus en plus brillante; la colonne anodique disparaît peu à peu. La décharge, devenue presque complètement blanche, a le même aspect au voisinage des deux électrodes (*fig.* 8).

Si l'on supprime enfin tout à fait la résistance liquide on obtient l'étincelle blanche oscillante.

Une seule étincelle a suffi pour obtenir la figure 1, mais, l'intensité de l'impression photographique allant en diminuant, on a dû en employer cinq pour la figure 8. Le condensateur était une batterie de 16 bouteilles de Leyde. Pour de plus faibles capacités, l'étincelle présente la même suite d'aspects, elle est seulement moins brillante.

Les potentiels explosifs qui correspondent à la décharge, ayant l'aspect d'un tube de Geissler et à la décharge disruptive, sont peu différents. Je les ai mesurés en éclairant les électrodes avec une lampe à arc, dans le charbon positif de laquelle était une tige d'aluminium; on fixe ainsi avec la plus grande rigueur possible le potentiel explosif. La décharge, qui a l'aspect d'un tube de Geissler, se produit alors toujours pour la même différence de potentiel entre les électrodes; au contraire, pour l'étincelle disruptive blanche et bruyante, la différence de potentiel explosive est plus faible et moins constante. Par exemple, pour un intervalle explosif de $0^{mm},35$, l'étincelle Geissler se produit à 2130 volts et la décharge disruptive entre 2130 volts et 2080 volts. Dans l'air sec, c'est cette dernière valeur qu'on obtient presque constamment. Dans le gaz carbonique sec, la différence entre les potentiels explosifs peut atteindre 200 volts. Ces phénomènes sont analogues à ceux qui ont été découverts par MM. Villard et Abraham sur des étincelles beaucoup plus longues ([1]).

([1]) *Comptes rendus*, 23 mai 1910, p. 1286.

L'étincelle Geissler ne décharge pas complètement le condensateur. Elle laisse subsister entre ses armatures une différence de potentiel d'autant plus grande que la résistance du circuit de décharge est plus grande. Par exemple, la différence de potentiel, initiale entre les armatures, étant 2000 volts, l'étincelle fait diminuer cette différence d'environ :

950 volts	si la résistance du circuit est une	colonne d'eau de	10^{cm}
500	»	»	20
280	»	»	30
250	»	»	50

Le condensateur était une batterie de quatre bouteilles de Leyde.

M. Villard (¹) a observé le même phénomène dans des tubes à gaz raréfiés pour des décharges de grande longueur.

PHYSIQUE. — *Sur la tension de vapeur des métaux alcalins entre 250° et 400°.* Note de M. **Louis Hackspill**, transmise par M. Jungfleisch.

On ne trouve dans les Tables de constantes physiques aucune donnée sur la tension de vapeur des métaux alcalins. Le seul travail se rapportant à cette question est, à ma connaissance, celui de M. F.-B. Jewett (²), qui a mesuré les densités de vapeur saturante du sodium entre 368° et 420°, mais n'en a tiré aucune conclusion relative aux pressions, sans doute en raison de l'incertitude qui règne sur le poids moléculaire du sodium. Les nombres obtenus par ce physicien américain sont du reste beaucoup trop forts, pour des raisons que j'indiquerai ailleurs.

Je suis parvenu à obtenir des résultats suffisamment précis, en employant un dispositif qui rappelle celui imaginé par Dulong et Petit, pour la détermination de la densité du mercure à différentes températures. Seulement dans mes expériences, les deux tubes verticaux (250^{mm} de haut sur 8^{mm} de diamètre), reliés à leur partie inférieure par un tube horizontal capillaire (2^{mm} à 3^{mm} de diamètre), étaient après introduction du métal scellés à leur extrémité supérieure, de telle sorte que la dénivellation provenait non seulement de la différence de densité, mais aussi de la tension de vapeur du métal. L'une des branches étant maintenue à $t°$, peu supérieur au point de fusion, température pour laquelle la tension est négligeable, et l'autre

(¹) *Journal de Physique*, 4e série, t. VII, 1908, p. 325.
(²) F.-B. Jewett, *Philosophical Mag.*, 1902, p. 546.

à $t'^{\circ} > t$, la pression p est donnée en millimètres de mercure par la relation

$$p = \frac{D_f}{13,595}\left[\frac{h}{1+\alpha(t-f)} - \frac{h'}{1+\alpha(t'-f)}\right],$$

h et h' désignant la hauteur des colonnes de métal au-dessus du tube horizontal, D_f la densité du métal fondu au point de fusion f, et α son coefficient de dilatation.

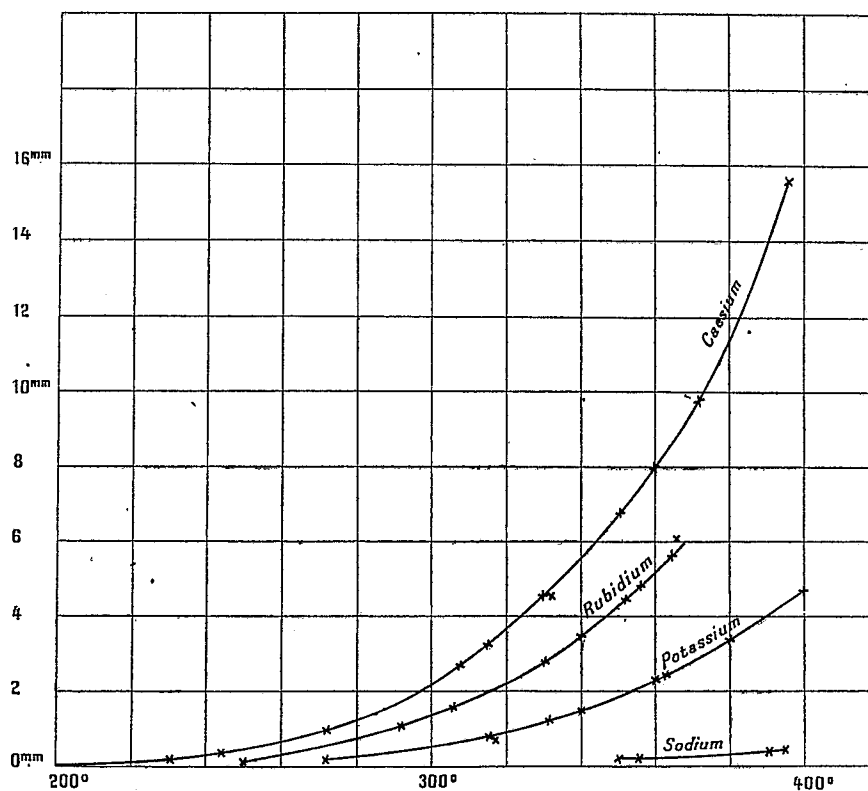
Le remplissage fut effectué par distillation dans le vide de Dewar (charbon dans l'air liquide) en observant les précautions déjà indiquées à diverses reprises à propos des propriétés physiques des métaux alcalins, et l'uniformité de température réalisée dans chaque branche au moyen d'un manchon cylindrique d'aluminium (300 sur 50) chauffé électriquement et recouvert d'amiante. Une fente de 2^{mm} pratiquée suivant une génératrice du cylindre permettait de faire les visées au cathétomètre.

Les résultats suivants ont été obtenus en deux séries de lectures pour chaque métal, chaque branche étant successivement maintenue à une température voisine du point de fusion. Le nombre d'observations est malheureusement limité par l'attaque du verre qui empêche bientôt d'apercevoir le ménisque :

Températures.	Cæsium.	Rubidium.	Potassium.	Sodium.
230°	0,2	»	»	»
244	0,29	»	»	»
250	»	0,06	»	»
264	»	»	0,1	»
272	0,99	»	»	»
292	»	0,98	»	»
305	»	1,46	»	»
308	2,58	»	»	»
315	3,18	»	0,86	»
316	»	»	0,75	»
330	4,27	2,66	»	»
331	»	»	1,15	»
333	4,45	2,95	»	»
340	»	3,29	1,35	»
346	»	3,67	»	»
350	6,72	»	»	0,08
353	»	4,25	»	»
355	»	»	»	0,12
356	»	4,57	»	»
360	»	»	2,13	»
362	»	»	2,22	»

Températures.	Cæsium.	Rubidium.	Potassium.	Sodium.
365°	9,01	5,51	»	»
367	»	6,14	»	»
380	»	»	3,04	»
390	»	»	»	0,21
397	15,88	»	»	0,26
400	»	»	4,61	»

Cette suite de nombres peut être représentée d'une façon claire par les courbes suivantes :



Si l'on porte en ordonnées, au lieu des pressions, leurs logarithmes, les courbes obtenues sont sensiblement rectilignes, comme on pouvait le prévoir; elles sont de plus à peu près parallèles entre elles.

La détermination de la densité de vapeur saturante, que j'ai l'intention de publier prochainement, ne m'a pas fourni de résultats aussi concordants que ceux qui précèdent, elle permet cependant de conclure à la monoato-

micité du rubidium et du potassium; elle donne en outre, par application de la formule de Clapeyron, une idée sur les chaleurs latentes de vaporisation des métaux alcalins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la détermination en valeur absolue de la masse des molécules des liquides et plus spécialement de la molécule de mercure.* Note [1] de M. **Alfred Henry.** (Extrait.)

Le calcul est basé sur les hypothèses suivantes :

1° Un liquide est formé de molécules sphériques glissant les unes contre les autres sans frottement.

2° L'*énergie de passage*, absorbée lorsqu'une molécule passe de l'intérieur à l'extérieur du liquide, est mesurée par la chaleur interne de vaporisation.

3° L'*énergie d'approche*, absorbée lorsqu'une molécule passe de l'intérieur à la surface du liquide, est égale à l'énergie superficielle de cette molécule.

4° L'énergie de passage est égale au double de l'énergie d'approche.

On trouve ainsi, pour le mercure, en appelant d_0 le diamètre, p_0 le poids d'une molécule:

$$d_0 \times 10^8 = 3^{cm},48, \qquad p_0 \times 10^{24} = 300^g, \qquad N_0 = 66,6 \times 10^{22},$$

nombres presque identiques à ceux qui résultent des mesures de M. Perrin :

$$d_0 \times 10^8 = 3^{cm},46, \qquad p_0 \times 10^{24} = 295^g, \qquad N_0 = 67,8 \times 10^{22}.$$

La concordance est moins parfaite pour les corps suivants :

	Valeurs de $d_0 \times 10^8$.	
	Henry.	Perrin.
	cm	cm
Chloroforme	2,2	6,1
Éther	2,1	5,3
Acétone	1,7	4,7
Eau	1,0	2,9
Sulfure de carbone	0,9	4,4

Il n'est sans doute pas permis, lorsque la température critique n'est pas extrêmement élevée, de négliger l'existence de la couche de passage. Peut-être faut-il admettre que les molécules qui ne sont pas monoatomiques ont la forme d'un ellipsoïde.

(1) Reçue dans la séance du 25 mars 1912.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cinétique photochimique des acides chloroplatiniques en solution très étendue.* Note de MM. **Marcel Boll** et **Paul Job**, transmise par M. A Haller.

On sait depuis longtemps que les solutions d'acide (hexa) chloroplatiniques évoluent sous l'action de la lumière. Kohlrausch (¹) a même étudié les variations de conductivité des acides hexachloroplatiniques $[PtCl^6]H^2$ et tétrachloroplatinique $[PtCl^4(OH)^2]H^2$; mais il n'a pu tirer de ses expériences que des conclusions incomplètes, car, d'une part, il opérait dans des conditions de rayonnement fort mal définies, et, d'autre part, il employait des solutions trop concentrées, pour déduire de ses mesures des renseignements quantitatifs.

Nous avons appliqué la méthode décrite précédemment par l'un de nous (²) à l'étude de l'évolution photochimique des acides de la série chloroplatinique. 1^{cm^3} de la solution est placé dans une cuve plate, de forme allongée, à électrodes fixes, qu'on éclaire par la surface libre et qu'on recouvre d'une lame de quartz, pour éviter toute évaporation. On forme, dans le liquide, au moyen d'une lentille en quartz, l'image d'un arc au mercure (³); il faut avoir soin d'interposer sur le trajet des rayons une autre cuve à parois de quartz, remplie d'eau : une épaisseur de quelques centimètres d'eau laisse passer le spectre ultraviolet, mais absorbe les radiations infrarouges (⁴), qui produiraient dans la solution une élévation de température capable de fausser les mesures de résistivité.

Nos mesures ont porté sur des solutions dix-millinormales, et l'expérience montre qu'alors la dissociation électrolytique peut, sans erreur sensible, être considérée comme complète. Dans ces conditions, la loi d'additivité permet de déterminer à chaque instant la composition du liquide.

(¹) Kohlrausch, *Zeitschrift für phys. Chem.*, t. 33, 1900, p. 257.

(²) Marcel Boll, *Application de l'électromètre à l'étude des réactions chimiques dans les électrolytes* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 349).

(³) La lampe utilisée, en quartz, a été construite par M. Édouard Urbain ; elle est verticale, avec une ampoule de condensation. La longueur de l'arc est de 90^{mm} et son diamètre de 14^{mm}; l'intensité ne dépasse pas 3 ampères et la différence de potentiel est, dans nos expériences, de 20 volts. L'examen des résultats obtenus montre que son émission est d'une constance tout à fait remarquable.

(⁴) Buisson et Fabry, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1840.

Supposons que l'électrolyte évolue d'un état initial A à un état final B, suivant la réaction totale ou partielle, peu importe



$$A \rightarrow B,$$

sans qu'il soit nécessaire de rien supposer sur la nature des systèmes de corps A et B, si ce n'est que ce sont des mélanges d'électrolytes totalement dissociés. Désignons par μ_A et μ_B les conductivités moléculaires des systèmes A et B; soit c la concentration initiale de A en molécules-grammes par litre. Au temps t, elle devient $c(1-x)$; celle de B est alors cx et la solution (de conductivité γ) possède une conductivité moléculaire μ donnée par la relation

$$\mu = \frac{\gamma}{c} = (1-x)\mu_A + x\mu_B,$$

d'où l'on tire x, en fonction de données toutes accessibles à l'expérience,

$$x = \frac{\mu - \mu_A}{\mu_B - \mu_A}.$$

Ainsi, par une mesure de conductivité, on peut connaître, à chaque instant, la composition de la solution.

Nous avons jusqu'à présent étudié les transformations des acides hexa-, penta-, tétra- et dichloroplatiniques, qui présentent une très grande sensibilité à la lumière.

Il était naturel de songer à leur appliquer les lois de la cinétique chimique. Le Tableau suivant donne, en fonction du temps t (en heures), les valeurs obtenues par la proportion $(1-x)$ de l'acide primitif dans la solution $c = 10^{-4}$; en outre, nous indiquons les valeurs des coefficients de vitesse de la réaction, supposée soit monomoléculaire (K_1), soit bimoléculaire (K_2) [1]:

$$K_1 = \frac{1}{t} \operatorname{Log} \frac{1}{1-x},$$

$$K_2 = \frac{1}{tc} \frac{x}{1-x}.$$

---

[1] L'hypothèse d'une réaction bimoléculaire *partielle* aboutit, dans le cas présent, à une impossibilité; celle d'une réaction monomoléculaire *partielle* redonnerait le même coefficient K_1.

t en heures.	$(PtCl^6H^2)$. Temp. = 14°,8.			$[PtCl^5(OH)]H^2$. Temp. = 13°,6.		$[PtCl^4(OH)^2]H^2$. Temp. = 13°,7.			$[PtCl^2(OH)^4]H^2$. Temp. = 11°,9.	
	$(1-x)$.	$K_1.10^3$.	$K_2.10^{-2}$.	$(1-x)$.	$K_2.10^{-2}$.	$(1-x)$.	$K_1.10^3$.	$K_2.10^{-2}$.	$(1-x)$.	K_2 10^{-2}.
1...	0,572	106	75	0,482	105	0,572	106	75	0,825	21
2...	0,388	89	79	0,337	99	0,427	80	67	0,721	19
3...	0,295	77	80	0,259	99	0,335	69	66	0,643	18
4...	0,239	68	79	0,204	98	0,273	60	67	0,577	18
5...	0,199	61	79	0,175	95	0,231	55	66	0,513	19
6...	0,172	55	79	0,150	95	0,201	50	66	0,462	19
7...	0,159	49	76	0,130	96	0,178	47	66	0,413	20
8...	0,140	46	77	0,116	95	0,158	44	67	0,375	21
9...	0,125	44	78	0,104	96	0,144	41	66	0,345	21
10...	0,112	41	79	0,094	96	0,132	38	66	0,321	21
11...	0,102	38	80	0,087	96	0,121	36	66	0,309	20
12...	0,094	36	80	0,081	95	0,113	34	66	0,300	19

On voit que le coefficient de vitesse K_2 reste très rigoureusement constant. Nous essaierons de préciser la nature de ces transformations, mais nous croyons pouvoir conclure dès maintenant que *tout se passe comme si* les ions de la série chloroplatinique évoluaient, sous l'influence de la lumière, suivant une réaction *bimoléculaire totale*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Analyse thermique de l'hexachloréthane et de ses mélanges binaires*. Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. E. Bouty.

Le refroidissement de l'hexachloréthane solide C^2Cl^6 présente deux temps d'arrêt : le premier, assez diffus, se produit aux environs de 125°; le deuxième, extrêmement net, a lieu à 71°,6.

Ce corps peut donc exister sous trois formes solides différentes : la variété α, stable au-dessus de 125°; la variété β, dont le domaine d'existence est compris entre 125° et 71°,6; la forme γ, stable au-dessous de 71°,6 (1).

Le premier ralentissement du refroidissement s'étale toujours sur un intervalle de température de 3 à 4 degrés. J'ai pensé qu'il serait possible d'en préciser la position par l'analyse thermique des mélanges binaires du dérivé chloré, puisqu'à la température de transformation le *liquidus* pouvait présenter un point anguleux bien marqué; l'étude des mélanges d'éthane

(1) En 1882, Lehmann, étudiant la séparation de C^2Cl^6 de ses solutions, à haute température, a signalé l'existence de trois formes cristallines de ce corps.

hexachloré avec le naphtalène et le phénanthrène a vérifié ces présomptions et m'a fait même entrevoir certains phénomènes assez rarement signalés.

La figure 1 donne l'aspect général du *solidus* ELGFHA et du *liquidus* ABCDE.

Après solidification complète, le solide hétérogène obtenu est formé de cristaux du constituant dominant englobés dans un eutectique dû à la juxtaposition de l'hexachloréthane et du carbure purs.

Pour les mélanges riches en hexachlorure, le *solidus* présente deux points anguleux de transition B et C dont le premier, particulièrement net, fixe à 125° la température d'équilibre des formes α et β.

L'allure des courbes est précisée par le Tableau suivant :

		C^2Cl^6 + naphtalène.	C^2Cl^6 + phénanthrène.
A.	abscisse...	100 pour 100 en poids de C^2Cl^6	100 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	187°	187°
B.	abscisse...	78 pour 100 en poids de C^2Cl^6	82 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	125°	125°
C.	abscisse...	61 pour 100 en poids de C^2Cl^6	55 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	71°,6	71°,6
D.	abscisse...	52,5 pour 100 en poids de C^2Cl^6	48 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	56°,5	65°,6
E.	abscisse...	0 pour 100 en poids de C^2Cl^6	0 pour 100 en poids de C^2Cl^6
	ordonnée..	80°	99°

Une particularité intéressante est offerte par les mélanges riches en hexachloréthane.

A la température de 71°,6 la variété γ, qui se forme par refroidissement, a la propriété de pouvoir dissoudre un peu de carbure tant que la température reste supérieure à la température eutectique; les cristaux mixtes qui se forment correspondent aux divers points de la courbe FG, mise en évidence par un léger refroidissement et la durée maxima présentée au point F par l'arrêt à 71°,6.

L'abscisse du point F correspond à 92 pour 100 de C^2Cl^6 dans les mélanges naphtaléniques et à 87 pour 100 dans les mélanges phénanthréniques.

Il est dès lors facile de voir que les mélanges contenant au moins cette teneur en hexachlorure seront entièrement solidifiés à 71°,6, mais qu'un abaissement de température les reliquéfiera partiellement lorsque leur point figuratif pénétrera dans la région CDFG du diagramme. Il y a là un phénomène assez rarement observé, mais dont un exemple bien connu est offert par certains bronzes riches en étain, étudiés par Heycock et Neville.

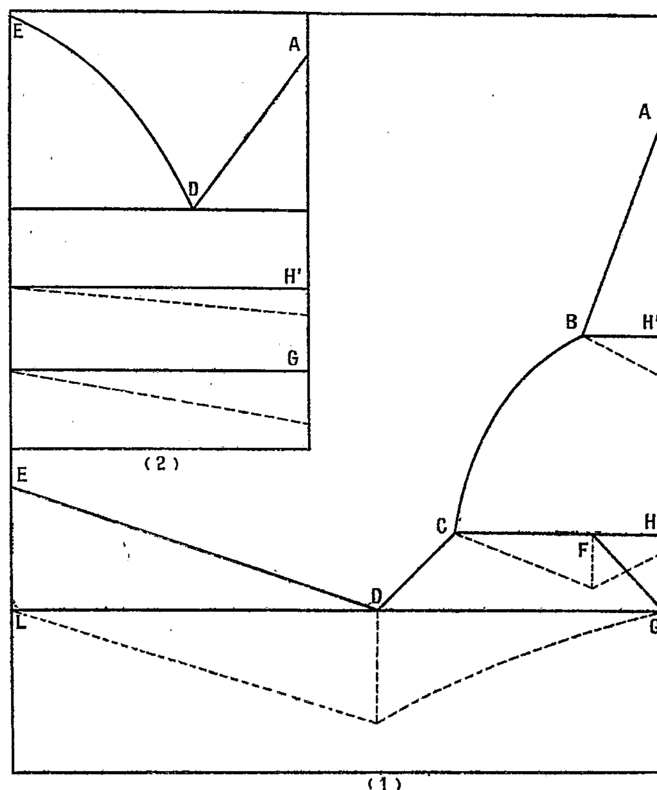
On peut utiliser ces courbes pour calculer la constante cryoscopique K, figurant dans la formule classique :

$$\Delta = K\frac{p}{M}.$$

Pour les solutions de phénanthrène, les valeurs de $\frac{\Delta}{p}$ restent constantes quelle que soit la concentration, et égales à 3,13; on en déduit une première valeur

$$K_1 = 557.$$

Au contraire, l'abaissement du point de solidification de l'hexachloréthane



contenant du naphtalène dissous croît plus lentement que la concentration; pour des solutions diluées, $\frac{\Delta}{p}$ prend la valeur limite 4,4, d'où résulte la valeur

$$K_2 = 563.$$

On peut donc prendre, pour constante cryoscopique de C^2Cl^6,

$$K = 560.$$

La formule de Van 't Hoff donne alors pour chaleur de fusion moléculaire

$$LM = 1789^{cal}$$

et la formule de M. de Forcrand donne pour chaleur de vaporisation

$$L'M = 12931^{cal},$$

valeur qui semble déterminée avec précision, car l'hexachloréthane a des points de fusion et d'ébullition normale pratiquement confondus.

Un dernier renseignement intéressant a été enfin fourni par l'étude des mélanges binaires de C^2Cl^6 et d'anthracène, isomère du phénanthrène.

La haute température de fusion de l'anthracène relève le point eutectique à 140°, de telle sorte que le *liquidus* (*fig.* 2) ne présente plus de point de transition. Les seules particularités sont les points d'arrêt à 125° et à 71°,6, témoignant des transformations cristallines de l'hexachlorure. Mais si l'on calcule, en solution très diluée, le poids moléculaire de l'anthracène dissous dans l'hexachloréthane, on trouve

$$M = 350.$$

valeur sensiblement double du poids moléculaire 178 de l'anthracène.

En solution diluée dans l'hexachloréthane, l'anthracène se transforme donc en paraanthracène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther diméthylique du pentinediol- 1.5 et son hydrogénation.* Note de M. **Lespieau**, transmise par M. Haller.

Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1761), j'ai montré qu'on pouvait arriver aux glycols biprimaires linéaires en prenant comme point de départ les glycols biprimaires mono- ou biacétyléniques; mes recherches n'avaient porté toutefois que sur des glycols de rang pair, ceux en C^4, C^8 et C^{10}, aussi me suis-je proposé de les étendre aux composés de rang impair et d'arriver en particulier au glycol pentaméthylénique.

A cet effet j'ai commencé par préparer un dérivé du pentinediol- 1.5

encore inconnu, son éther diméthylique, corps répondant à la formule



$$CH^3 - O - CH^2 - C \equiv C - CH^2 - CH^2 - O - CH^3.$$

Mon point de départ a été l'éther méthylique du butine-1-ol-4, dont j'ai indiqué autrefois la préparation (*Comptes rendus*, t. 144, p. 1161); j'en ai fait un dérivé magnésien mixte que j'ai attaqué ensuite par l'éther chlorométhylique, ce qui m'a conduit au résultat cherché.

L'éther diméthylique du pentinediol-1.5 est un liquide bouillant à 176°-177° sous 760mm; sa densité à 16° égale 0,9385, son indice pour la raie D est 1,442 à la même température; ces nombres indiquent une réfraction moléculaire égale à 36,05 au lieu de 35,80 calculé. La cryoscopie du corps en solution acétique a indiqué un poids moléculaire égal à 129 au lieu de 128; le dosage de carbone et hydrogène a donné C 65,51, H 9,46.

Le corps présente bien les caractères d'un composé acétylénique bisubstitué : il précipite les solutions aqueuses de sublimé, et le précipité distillé avec de l'eau acidulée fournit un liquide colorant le nitroprussiate alcalinisé, mais non le réactif de Schiff.

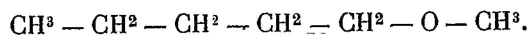
Il fixe facilement deux atomes de brome donnant ainsi l'éther diméthylique du dibromo-2.3-pentènediol-1.5, liquide bouillant à 132°-133° sous 15mm. Le poids moléculaire de ce composé bromé a été trouvé par cryoscopie égal à 288,8 au lieu de 288. Il renfermait 55,61 pour 100 de brome.

J'ai effectué l'hydrogénation du diéther acétylénique en C^5, comme celles que j'ai précédemment décrites, en utilisant l'action catalytique du noir de platine à froid; la quantité d'hydrogène absorbée s'est trouvée supérieure d'un quart environ à celle qui aurait suffi pour saturer la triple liaison; le but que je me proposais d'atteindre avait donc été partiellement dépassé. Et en effet, à la rectification, après avoir éliminé l'alcool méthylique dont je m'étais servi pour diluer l'éther acétylénique, j'ai pu isoler deux produits en quantité à peu près égale.

Celui qui bout le plus haut passe à 156°-157° sous 760mm : c'est l'éther diméthylique du glycol pentaméthylénique. Sa cryoscopie acétique indique un poids moléculaire égal à 132. J'y ai trouvé pour 100 : C 63,31; H 12,30; j'ai d'ailleurs vérifié que l'alcool méthylique sodé, réagissant en excès sur le bromure de pentaméthylène, fournit un corps identique au précédent.

Mais la rectification du liquide ayant subi l'action hydrogénante fournit aussi un liquide bouillant à 99°-100° sous 760mm. Ce dernier est l'éther

méthylique du pentanol, c'est-à-dire le corps



$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - O - CH^3.$$

Sa cryoscopie m'a en effet donné 101 comme poids moléculaire au lieu de 102, et j'y ai trouvé pour 100 : C 70,45; H 13,84. D'autre part j'ai fait réagir l'éther chlorométhylique sur le bromure de butylmagnésium et j'ai obtenu ainsi un liquide de poids moléculaire cryoscopique égal à 108 et bouillant à 99°-100°.

Ainsi donc, comme je l'avais déjà signalé à propos de l'hydrogénation de l'éther diméthylique de l'octodiinediol (*loc. cit.*), l'hydrogène en présence de noir de platine peut attaquer, au moins dans certaines conditions, la fonction éther-oxyde; on passe ainsi d'un alcool à un carbure saturé. Il y a en même temps production d'alcool méthylique; comme j'avais employé cet alcool pour diluer mon diéther, je ne pouvais chercher s'il s'en était fait aux dépens de ce dernier; mais des recherches poursuivies dans mon laboratoire par Mlle Rouvière ont mis hors de doute, lors de l'hydrogénation platinique de l'éther diméthylique du butinol-1.4, la production d'alcool méthylique qui a pu être isolé en nature et bien caractérisé; l'analogie des deux cas est trop grande pour qu'on ne soit pas en droit de conclure de l'un à l'autre.

BOTANIQUE. — *Sur les mitochondries des organes sexuels des végétaux.* Note (1) de M. A. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'étude des mitochondries des grains de pollen est aujourd'hui assez bien connue, mais celle du chondriome de l'ovule et du sac embryonnaire n'a pas été encore entreprise. Nous avons donc jugé bon de combler cette lacune.

Notre étude a porté sur un certain nombre d'ovaires de fleurs de serre (Canna, Tulipe, Amaryllis) et spécialement sur diverses espèces du genre Lilium (*L. candidum* et *L. rubrum*).

I. *Ovaires.* — Prenons comme exemple le *Lilium candidum* ; les échantillons dont nous avons disposé ne nous ont pas pas permis d'observer les premiers stades du développement du sac embryonnaire. Ils commençaient au stade de la seconde mitose du sac embryonnaire. Observons donc le chrondriome des diverses cellules de l'ovaire à différents stades de son

(1) Présentée dans la séance du 25 mars 1912.

développement dans les coupes transversales fixées et colorées par la méthode de Regaud.

a. Carpelles. — Dans les carpelles, aux stades les plus jeunes que nous avons pu examiner, on observe de nombreux chondriocontes dans l'épiderme, dans les cellules parenchytameuses avoisinant les faisceaux libéro-ligneux et dans les cellules libériennes. Dans les autres cellules du parenchyme, ces éléments sont beaucoup plus rares, mais à leur place on trouve des chloroplastes. Ceux-ci sont généralement très petits et offrent la forme de bâtonnets courts et trapus de fuseaux ou d'haltères. Comme ces cellules renferment presque constamment, en même temps que les chloroplastes, quelques chondriocontes et qu'on y trouve des stades intermédiaires entre ces deux formations on peut donc admettre que les chloroplastes résultent de la transformation des chondriocontes.

Dans les stades plus avancés, les chloroplastes élaborent sur leur périphérie un énorme grain d'amidon qui ne tarde pas à se résorber. Cette résorption est suivie d'une augmentation de volume des chloroplastes qui prennent l'aspect de gros grains ovoïdes ou sphériques d'aspect homogène.

b. Ovules. — Dans les ovules, nous avons pu mettre en évidence l'existence de chondriocontes dans la plupart des cellules (funicule, téguments et nucelles). Dans le tégument externe, on voit ces éléments grossir et se transformer progressivement en chloroplastes.

Enfin les mitochondries sont particulièrement abondantes dans le sac embryonnaire [1]. Ici le chondriome est constitué : 1° par de nombreuses mitochondries enchevêtrées les unes dans les autres et constituant, tout autour des noyaux en voie de mitose, une zone épaisse et confuse; 2° par des mitochondries beaucoup plus espacées et dispersées dans tout le cytoplasme de la cellule. Ces éléments, aussi bien ceux de la zone péricluneaire que ceux qui sont disséminés dans le reste du cytoplasme, se présentent sous forme de chondriocontes, de mitochondries granuleuses et surtout de chondriocontes plus ou moins allongés, mais le plus souvent courts. Le chondriome persiste sous cette même forme aux stades suivants, lorsque les 8 noyaux du sac embryonnaire sont constitués et après la délimitation des synergides, de l'oosphère et des antipodes, et chacun des 8 noyaux apparaît entouré d'une zone épaisse de mitochondries. Mais on observe à ce moment la formation, au voisinage de ces noyaux, d'un assez grand nombre de grains sphériques, ovoïdes ou fusiformes, beaucoup plus gros que les mitochondries, mais se colorant de la même manière par la méthode de Regaud. Il ne nous est pas possible pour le moment de nous prononcer sur la signification de ces corps qui semblent dériver de la transformation d'une partie des mitochondries.

L'étude des ovaires d'autres fleurs nous a montré des phénomènes analogues, c'est-à-dire l'existence de nombreux chondriocontes, dans toutes les cellules du nucelle,

---

(1) Il ne nous est pas possible pour le moment de dire si les mitochondries correspondent à l'ergastoplasme décrit par un certain nombre d'auteurs, entre autres les frères Bouin et Souèges.

avant et après la formation du sac embryonnaire et dans ce dernier, lorsqu'il est différencié.

II. *Anthère*. — L'étude de l'anthère de la Courge et de l'Érythrine nous a permis également de mettre en évidence la présence de nombreuses mitochondries dans les cellules nourricières de grains de pollen et dans les grains de pollen eux-mêmes. L'existence d'une chondrie dans ces cellules avait déjà été observée dans d'autres fleurs par un certain nombre d'auteurs (Tischler, Meves, Nicolosi-Ronati, Lewistsky, Bonnet).

III. *Conclusions*. — Ces résultats montrent que les mitochondries se rencontrent d'une manière constante dans les cellules des organes sexuels des végétaux, en particulier dans l'oosphère et le grain de pollen. On peut donc conclure que les mitochondries se transmettent de la plante mère à l'œuf. Nous avons montré d'autre part, dans des recherches récentes, que les mitochondries se retrouvent en grand nombre dans toutes les cellules des plantules au début de la germination des graines; un certain nombre d'entre elles se différencient entre amyloplastes ou leucoplastes et élaborent de l'amidon; les autres se transforment en chloroplastes; beaucoup enfin persistent dans certaines cellules et ont des destinées encore inconnues.

Il est légitime d'admettre que ces mitochondries résultent de la division des mitochondries préexistantes de l'œuf.

On sait que, d'après les idées de Schimper et de A. Meyer, actuellement admises par la grande majorité des botanistes, les plastes végétaux (amyloplastes, chloroplastes, etc.), dérivent toujours d'éléments préexistants, de petits leucoplastes qui se trouvent dans l'œuf et se transmettent par division de cellules en cellules pendant le développement de l'œuf. Malgré leur petitesse et la difficulté que présente leur différenciation, il semble que les mitochondries que nous venons de décrire et qu'une observation attentive permet toujours d'observer dans les cellules vivantes, correspondent aux éléments que Schimper et A. Meyer ont constatés dans l'œuf. Ces auteurs les décrivent comme de petits corpuscules peu visibles, très difficiles et parfois, souvent même, impossibles à colorer; ils ne semblent pas, d'ailleurs, les avoir observés avec beaucoup de précision.

Nos résultats ne sont donc pas en contradiction avec les conceptions de Schimper et de A. Meyer, seulement ils montrent que les corps, considérés par Schimper et A. Meyer comme les leucoplastes, sont en réalité des éléments jouant un rôle infiniment plus général que ne le pensaient ces auteurs, puisqu'ils correspondent aux mitochondries des cellules animales qui, d'après

ce que l'on sait, sont des organites du cytoplasme aux dépens desquels s'élaborent la plupart des produits de sécrétion ou de différenciation de la cellule.

Une étude plus complète de la destinée des mitochondries des végétaux montrera sans doute que ces éléments ont aussi, dans la cellule végétale, des rôles multiples.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une méthode de culture des plantes supérieures en milieux stériles.* Note (¹) de M. Raoul Combes, présentée par M. Gaston Bonnier.

Plusieurs dispositifs ont été employés pour cultiver les végétaux supérieurs à l'abri des microorganismes. La plupart permettent de cultiver les plantes de façon que leurs racines se développent dans un milieu de culture stérile et leurs organes aériens dans une atmosphère limitée, également stérilisée, et ne communiquant avec l'air extérieur que par des ouvertures fermées au coton. Cependant, si l'on se propose, par exemple, d'étudier les phénomènes de nutrition tels qu'ils se produisent chez les végétaux se développant dans les conditions naturelles, on ne peut utiliser ces dispositifs, car la plupart des recherches expérimentales relatives à ces questions exigent l'emploi de méthodes de culture dans lesquelles les plantes puissent se développer à la fois dans un milieu nutritif stérile et dans des conditions aussi voisines que possible des conditions naturelles.

Je me suis proposé de réaliser la culture d'une plante supérieure dans des conditions telles que *le développement de ses racines se produise dans un milieu qui puisse rester rigoureusement stérile pendant toute la durée des cultures, et celui des organes aériens dans l'air libre.*

Les graines sont stérilisées à l'aide de bichlorure de mercure, suivant la technique qui a été indiquée par Molliard (²). Elles sont mises à germer dans des tubes à essais stérilisés, sur du coton hydrophile humide. Dès que la germination a commencé, chacune des graines restées stériles est transportée dans l'un des appareils de culture que je vais décrire ci-dessous.

Chacun de ces appareils (*fig.* 1) est constitué par un flacon à fond rond ayant deux

(¹) Présentée dans la séance du 25 mars 1912.

(²) M. Molliard, *Action morphogénique de quelques substances organiques sur les végétaux supérieurs* (*Revue générale de Botanique*, t. XIX, 1907, p. 243).

tubulures, une latérale *tu*, et une supérieure présentant un renflement *r* et se terminant par un col étranglé à la base en e^1. La partie renflée de cette tubulure est également séparée du reste du flacon par un second étranglement très prononcé e^2. On introduit dans le col de cette tubulure supérieure un tube de verre cylindrique *t* qui a été préalablement enroulé dans une bande de coton hydrophile *co*, et dont l'extrémité inférieure a été recouverte d'un morceau de fine gaze à larges mailles *g*; l'en-

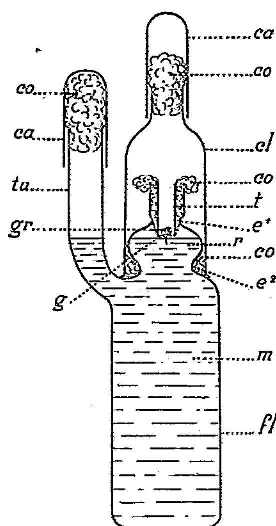


Fig. 1.
Schéma de l'appareil de culture après l'ensemencement.

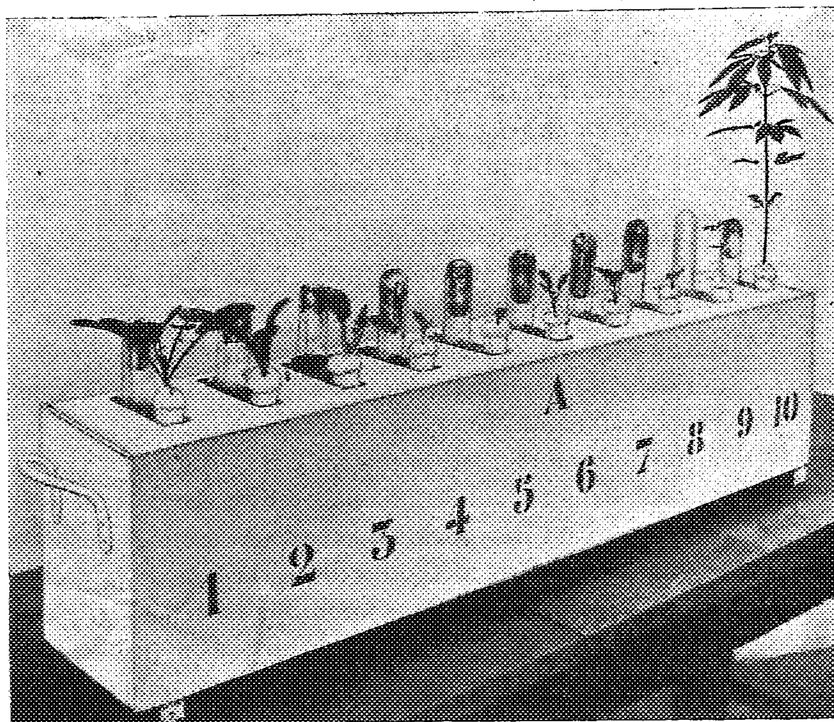


Fig. 2.

semble du tube et du coton qui l'entoure doit pénétrer à frottement dur dans la tubulure. Une épaisse bande de coton hydrophyle est ensuite placée autour de la partie étranglée e^2, et sert à fixer une cloche *cl* qui doit également entourer à frottement dur le coton *co* de l'étranglement e^2. L'ouverture supérieure de la cloche ainsi que la tubulure latérale sont obturées par des tampons de coton, et sont recouvertes par des capuchons de verre *ca*.

Chacun des appareils ainsi préparés est stérilisé à une température de 150° pendant une demi-heure. Le milieu de culture préalablement stérilisé est introduit aseptiquement dans ces appareils par l'intermédiaire de la tubulure *tu*, et de manière que le niveau supérieur du liquide vienne mouiller la gaze *g*.

Les appareils ainsi préparés sont laissés au repos pendant un mois. Si,

après cette période, les milieux de culture sont restés stériles, l'ensemencement peut être fait. Une graine *g*, ayant commencé à germer dans les conditions qui ont été indiquées plus haut, est portée aseptiquement sur la gaze de chacun des appareils, où la germination continue. La jeune racine se développe dans le milieu de culture stérile, tandis que la tigelle s'allonge dans le tube *t*. Lorsque la tigelle a acquis une longueur suffisante, la cloche *cl* est enlevée, le tube *t* est retiré lentement avec une pince flambée, et à mesure qu'il est soulevé le coton qui l'entoure s'affaisse peu à peu et vient de lui-même entourer la tigelle de la jeune plante. Il reste alors à tasser le coton, avec une pince flambée, autour de la tigelle. Dans ces conditions, la croissance de la plante se poursuit, les racines se développent dans un milieu absolument stérile, et les organes aériens dans l'air libre.

La figure 2 indique le dispositif qui a été adopté pour rendre pratique la culture, dans ces conditions, d'un nombre d'individus assez considérable. Les appareils sont disposés 10 par 10 dans des supports en bois dont les parois intérieures sont peintes en noir. Les deux tubulures de chaque flacon de culture sortent seules des supports, le flacon lui-même est enfermé, et les racines qui se trouvent dans le milieu de culture qu'il contient se développent dans l'obscurité, comme cela a lieu dans les conditions naturelles.

Les supports contenant les appareils sont placés en plein air sous un abri vitré, de manière à éviter que la pluie ne mouille les cotons.

A la fin des expériences, une petite quantité de liquide de culture (1^{cm^3} à 2^{cm^3}) est prélevée aseptiquement dans chacun des appareils, puis ensemencée, d'une part, sur du bouillon de viande, d'autre part, sur du bouillon de carotte. L'absence de développement de tout microorganisme dans les liquides de culture eux-mêmes, ainsi que dans ces bouillons, permet de reconnaître que les milieux nutritifs sont restés stériles pendant toute la durée du développement des plantes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'arsenic dans quelques aliments végétaux.* Note de MM. **F. Jadin** et **A. Astruc**, présentée par M. Guignard.

En 1850, Stein démontrait (*Journ. für prak. Chemie*, t. L, p. 302) que les cendres de Chou (*Brassica oleracea*), de Navet (*Brassica Rapa*), de tubercules de Pomme de terre contiennent des quantités sensibles d'arsenic; en 1851, revenant sur la question (*Journ. für prak. Chemie*, t. LIII, p. 37), l'auteur trouvait 0,11 d'arsenic pour 10000

de toile de Lin, 2 d'arsenic pour 10000 de cendres de paille de Seigle, 3 d'arsenic pour 10000 de cendres d'excréments de vache.

En rappelant les résultats consignés dans ces Mémoires, M. A. Gautier, en 1900, faisait remarquer l'intérêt qu'il y aurait à poursuivre la recherche de l'arsenic dans le règne végétal (*Comptes rendus*, t. 130, p. 289).

Depuis lors, les recherches minutieuses et patientes de M. A. Gautier et de M. G. Bertrand ont surtout porté sur le règne animal et ont, semble-t-il, définitivement démontré que l'arsenic existe normalement chez l'homme et les animaux où il est considéré, par la plupart des auteurs, comme faisant partie intégrale du protoplasma, au même titre que l'azote, le carbone, le phosphore, etc.

Quant à l'origine de cet arsenic, l'on admet généralement qu'elle est due, en grande partie, aux aliments fournis par les divers règnes de la nature. Toutefois, les aliments végétaux ont été peu étudiés. Les seuls exemples qui, à notre connaissance, aient été publiés comme renfermant de l'arsenic sont le Chou, le Navet, la Pomme de terre, le Blé, l'Oseille (Stein, A. Gautier et P. Claussmann).

En présence du petit nombre de travaux concernant le règne végétal, nous avons pensé qu'il y aurait quelque intérêt à étendre à d'autres exemples d'aliments végétaux la recherche de l'arsenic.

A cet effet, nous avons adopté la méthode de destruction des matières organiques de M. A. Gautier, modifiée par M. G. Bertrand (*Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. XXIX, 1903, p. 242); l'anneau d'arsenic a été produit dans un appareil de Marsh fonctionnant d'après les indications de M. A. Gautier (*Bull. Soc. chim.*, 7e série, t. XXVII, p. 1030) avec la simple modification de forme du flacon producteur d'hydrogène, telle que nous l'avons décrite ailleurs (*Journ. de Pharm. et Chim.*, 7e série, t. V, p. 233).

Tous nos réactifs ont été soigneusement vérifiés et la purification de l'hydrogène sulfuré, en particulier, a été l'objet de toute notre attention. Nous avons uniformément opéré en partant de 200g de matière et en employant les proportions de réactifs indiquées ci-dessous; la dernière colonne seule exprime en milligrammes la quantité d'arsenic rapportée à 100g de substance.

En considération de ces résultats, il nous semble que l'arsenic rencontré dans l'organisme animal peut provenir, en partie tout au moins, des aliments d'origine végétale. Nous pensons pouvoir, à bref délai, étendre ces données à d'autres végétaux.

Champignons.

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
1. Champignons de couches.....	environs de Montpellier	70	10	0,006
2. Truffes noires..............	Vaucluse	105	13	0,020

Légumes secs.

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
3. Riz.......................	Japon	175	26	0,007
4. Haricots rouges............	inconnue	210	40	0,025
5. Haricots blancs............	»	175	40	0,010
6. Pois chiches................	»	175	40	0,009
7. Pois cassés.................	»	135	16	0,026
8. Lentilles...................	»	175	40	0,010

Légumes frais.

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
9. Artichauts..................	environs de Montpellier	175	16	0,010
10. Salsifis....................	»	85	12	0,007
11. Chicorée....................	»	70	10	0,010
12. Cardon......................	»	105	13	0,009
13. Mâche commune ou Doucette.	»	85	13	0,009
14. Laitue......................	»	70	10	0,023
15. Épinards....................	»	70	10	0,009
16. Courge......................	»	70	10	0,009
17. Fèves.......................	»	105	12	0,020
18. Petits pois.................	»	140	16	0,004
19. Céleri......................	»	70	10	0,020
20. Carottes....................	»	70	10	0,005
21. Radis.......................	»	70	10	0,010
22. Cresson de fontaine..........	»	70	9	0,012
23. Chou-fleur..................	»	70	10	0,008
24. Asperges sauvages (pointes) ..	garrigues calc. de Montpellier	105	13	0,010
25. Poireaux de campagne (*Allium polyanthum*).............	champs de vigne	70	10	0,003

Fruits secs (partie comestible).

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
26. Noix.......................	Lozère	140	16	0,013

Aliments.	Origine.	Mélange nitro-sulfurique.	SO^4H^2.	Arsenic en milligr. pour 100 de matières.
27. Noisettes....................	Larzac	140	16	0,011
28. Amandes....................	environs de Montpellier	140	16	0,025
29. Dattes (var. Déglet-el-Beida)..	Algérie	175	26	0,012
Fruits frais (partie comestible).				
30. Châtaignes.................	Le Vigan	140	26	0,005
31. Pommes (var. Rainette)......	»	85	13	0,005
32. Poires (var. Royales)........	Espagne	70	10	0,007
33. Oranges....................	»	70	8	0,011
34. Mandarines.................	Blidah	70	9	0,012
35. Ananas.....................	Les Açores	70	9	0,008
36. Bananes....................	»	70	10	0,006

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence au Gabon de roches appartenant à la série de la charnockite.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans des Notes antérieures ([1]), j'ai montré combien la nature pétrographique du sol est peu variée au Congo français.

Un récent voyage effectué au Gabon (1911), au cours duquel j'ai visité cette région d'étendue restreinte connue sous le nom de *Como*, me permet de modifier cette manière de voir, et donne lieu d'espérer que des études ultérieures montreront que, si parmi les roches superficielles rencontrées au Congo, celles observées le plus communément sont effectivement peu variées, elles n'en comportent pas moins, çà et là, des types pétrographiques intéressants, bien que peut-être de peu d'importance quant à leur extension.

Le *Como* est essentiellement constitué par le bassin indépendant du petit fleuve côtier Como, débouchant à proximité de Libreville, au fond du golfe qu'est actuellement le Gabon; ce qui suit montre comment il convient, géologiquement, de rattacher ce petit territoire au restant de notre colonie du Gabon.

([1]) *Comptes rendus*, 8 février, 22 mars, 11 octobre 1909, et *Bull. du Muséum d'Histoire nat.*, 1911, n° 5.

Le grand pays granitique, qui s'étend au nord de l'Ogooué, constitue une région relativement élevée (500m à 600m en moyenne) qui, au nord de notre colonie, semble aboutir directement à l'Océan, tandis qu'à la latitude de Libreville elle se termine assez brusquement à quelque distance de la côte dont elle est séparée par une zone gréseuse d'âge indéterminé, à laquelle fait suite une formation de calcaires secondaires, qui se poursuit jusqu'à Libreville.

La dernière portion du territoire granitique dont il vient d'être question correspond, en partie, à cette région montagneuse désignée sur les cartes sous le nom de *Monts de Cristal* (dénomination que je ne crois pas justifiée); elle se termine par une bordure de terrains fortement accidentés que limitent à peu près, dans la partie que j'en ai visitée, le Como inférieur, et l'Avébé, un de ses affluents de droite; ces terrains sont essentiellement caractérisés par les déformations dynamométamorphiques qu'ont subi les roches qui les constituent.

C'est dans l'ensemble de cette partie occidentale du massif granitique, de sa bordure métamorphique et de la zone gréseuse faisant suite à cette dernière, qu'est établi le bassin du Como.

La bordure de ces terrains dynamométamorphisés est constituée par des roches présentant un litement nord-sud plus ou moins accusé; elles offrent, par suite, des facies gneissiques, ou même schisteux, plus ou moins accentués (1), sans toutefois qu'on y observe de plis caractérisés. Fréquemment, en outre, parmi les granites (roches s'observant principalement dans cette bordure), les types à peu près dépourvus d'éléments colorés prennent l'aspect de roches porphyriques laminées, ou encore de quartzites; aussi, dans ce cas, ayant la ténacité de ces sortes de roches, les voit-on affectées de cassures orientées NS, là où, sans doute, dans des roches pourvues d'une certaine plasticité, se seraient produits des anticlinaux (2).

(1) En particulier, des roches que je considère comme d'anciennes diabases écrasées et ouralitisées, correspondent actuellement à de véritables schistes amphiboliques à grain fin.

(2) Ces cassures, qui ne m'ont jamais paru s'accompagner de failles nettement caractérisées, présentent parfois une ampleur considérable; c'est ainsi, en particulier, qu'en plusieurs points du cours de M'Beï, le gros affluent du Como, principalement à hauteur de l'ancien village d'Abonzok (pont de lianes), les eaux s'écoulent entre deux parois à pic et très resserrées d'une roche pourvue d'une très grossière fissilité et présentant, à un certain degré, l'apparence d'un microgranite filonien, mais les relations sur le terrain aussi bien que l'examen en lames minces montrent qu'il s'agit, en réalité, d'un microgranite puissamment écrasé.

Au milieu des granites pressés, généralement roses, très pauvres en éléments ferromagnésiens, dépourvus d'intérêt pétrographique, j'ai remarqué, en assez grande abondance, principalement en bordure interne de la zone dynamométamorphisée (à M'Foua, N'Doua, et près de l'ancien village d'Evanga, en particulier), des roches se distinguant des granites avoisinants par des déformations mécaniques moindres, par leur couleur grise, leur grain uniforme et de grosseur moyenne, et enfin par leur cassure franchement saccharoïde.

Ces roches sont des granites caractérisés par un hypersthène, à pléochroïsme à peine sensible. Ce pyroxène rhombique peu abondant, en moyenne, est associé, en général, à un peu de biotite, la proportion de ce dernier minéral semblant varier en sens inverse de celle de l'hypersthène; enfin, exceptionnellement, de l'augite paraît à côté des minéraux colorés précédents.

Au milieu de ces granites spéciaux s'observent des roches basiques, dans des conditions que je ne suis malheureusement pas à même de préciser; ce sont des gabbros, ophitiques ou non, et des diabases dans lesquels l'élément coloré est représenté par un mélange d'hypersthène et d'augite en proportions à peu près équivalentes.

Enfin, toutes ces roches, granites et roches basiques, renferment une certaine quantité de minerais, dont la proportion semble être indépendante de celle de l'élément coloré magnésien qui l'accompagne.

On voit, par l'ensemble de ces caractères, que ces granites à hypersthène doivent être rangés dans la série de la *charnockite*. On sait que de semblables roches n'ont été rencontrées, jusqu'à présent, que dans un très petit nombre de régions : l'Inde, la Norvège, le Canada, les monts Adirondaks et la Côte d'Ivoire enfin. C'est aux types de la Côte d'Ivoire [1] que, géographiquement et pétrographiquement, il convient de rattacher les nôtres. Quant aux diabases, elles peuvent être comparées aux roches similaires de la Guinée; il faut noter toutefois que, parmi les roches de ce genre, décrites par M. A. Lacroix, figurent des types à olivine dont je ne connais pas d'équivalents dans le Como.

Il est intéressant de voir associées dans le Gabon des roches qui, en Afrique occidentale, caractérisent des régions distinctes.

---

(1) A. Lacroix, *Les syénites néphéliniques de l'Archipel de Los et leurs minéraux; Aperçu sur les roches éruptives de la Guinée et de la Côte d'Ivoire* (*Nouv. Arch. du Muséum*, 5e série, t. III, 1911, p. 108-120).

MINÉRALOGIE. — *Modifications des épontes des filons stannifères de la Villeder (Morbihan).* Note de M. **R. Tronquoy**, présentée par M. Wallerant.

On a reconnu que très fréquemment les filons stannifères encaissés dans les roches granitiques avaient leurs épontes modifiées, riches en topaze et tourmaline, tandis que les feldspaths étaient altérés, kaolinisés, lorsqu'ils n'étaient pas épigénisés par ces minéraux.

La granulite de la Villeder ne présente nullement ces caractères au contact des filons qui la traversent et qui ont été exploités pour la cassitérite.

A la partie supérieure du gîte, les filons qui forment un faisceau à direction générale bien déterminée, se trouvent entourés d'une roche devenue presque parfaitement sableuse, mais la résistance de la granulite augmente régulièrement en profondeur.

L'examen microscopique et l'analyse chimique permettent de s'assurer que cette altération est due à l'action des eaux de surface.

Les échantillons provenant du fond de la mine, et mieux ceux que l'on peut recueillir à la carrière de Maupas (4km plus au Nord), montrent que la roche qui encaisse les filons est modifiée mais non altérée.

A quelques centimètres du contact avec le quartz, la granulite est normale; elle est à deux micas avec quartz automorphe dans les feldspaths. Le microcline n'est que très légèrement altéré, l'albite est toujours plus ou moins chargée de produits micacés.

Prise dans le même banc, mais contre le filon, la roche est plus blanche; elle ne contient plus trace de biotite, le microcline est généralement très altéré et presque opaque en lumière naturelle, mais l'albite est parfaitement limpide.

Le microcline n'est pas seulement altéré, il est souvent épigénisé par l'albite orientée sur lui. Lorsque l'albite de nouvelle formation est très abondante, ses cristaux n'ont plus aucun rapport d'orientation avec ceux du feldspath potassique dont on retrouve les débris, soit à l'intérieur, soit de part et d'autre des nouveaux individus.

Si la transformation a été encore plus accentuée, le quartz tend à disparaître alors que l'albite augmente beaucoup, et que l'on passe ainsi à des types sans quartz.

Dans toutes ces roches modifiées, deux minéraux se développent en

même temps que l'albite, mais en moins grande quantité : ce sont a muscovite, surtout abondante dans les types sans quartz, et l'apatite, parfois régulièrement disséminée dans les albites. On ne rencontre jamais ni tourmaline ni topaze.

Les analyses chimiques montrent qu'il y a eu une véritable alcalinisation des épontes des filons. L'apport de soude a été tout particulièrement important, il peut atteindre 1,5 pour 100 dans les types quartzeux et 3 pour 100 dans les types sans quartz (teneur de la roche normale, environ 3,5 pour 100).

L'augmentation du poids de la potasse est, sauf exception, beaucoup plus faible; parfois même il n'y en a pas sensiblement plus que dans la roche normale (environ 4,5 pour 100). On doit alors admettre que la plus grande quantité de celle qui entre dans la composition de la muscovite de nouvelle formation, vient du microcline altéré ou disparu.

L'alumine est toujours plus abondante dans les types modifiés, sa proportion en poids passe de 16 pour 100 à 18 pour 100, et à 25 pour 100 pour les types sans quartz.

Le plus souvent, le filon se détache aisément de l'éponte dont il est séparé par un enduit micacé ; lorsqu'il y adhère au contraire il s'introduit dans la roche modifiée sur une épaisseur de quelques centimètres.

On voit alors au voisinage de l'éponte le quartz filonien augmenter progressivement. Il se substitue partiellement aux cristaux de feldspaths dont les contours subsistent souvent, alors que la partie centrale a complètement disparu; il moule les individus qui ont résisté et la roche prend une structure granitique nette. Dans tous les cas, l'albite, même partiellement résorbée, est tout à fait fraîche et transparente.

C'est la même venue qui produisait dans le granite un développement d'albite et de muscovite, qui dans les schistes voisins, là où l'alumine était plus abondante, provoquait la formation de la tourmaline.

On peut d'ailleurs trouver d'autres exemples d'albite très fraîche au contact des filons stannifères. C'est le cas dans certaines mines du nord du Portugal, pour certaines roches très transformées et riches en tourmaline de Saint-Just-en-Cornouailles, et même très chargées en oxyde d'étain bien cristallisé comme dans certains échantillons provenant du Queensland (Australie).

Il y a donc lieu de distinguer, dans les formations stannifères, celles où les émanations qui amenaient l'étain étaient riches en alcalis disponibles, et celles où ces éléments faisaient défaut. Si la venue alcaline est nulle, le fluor

se combine aux bases des feldspaths pour donner des silicates sans alcalis (topaze), ou au moins riches en alumine (muscovite, tourmaline); si elle est faible, on n'aura plus de topaze, mais de la muscovite ou de la tourmaline selon que l'apport est potassique ou sodique; si elle est forte, le fluor entre de préférence dans les combinaisons potassiques (muscovite), l'albite est respectée et il peut même s'en former de nouveaux cristaux.

MÉDECINE. — *Premiers résultats de l'application à la gynécologie de l'électrolyse des sels de radium* (Méthode de Haret). Note de M. **Laquerrière**, présentée par M. d'Arsonval.

La présente Note a pour but d'exposer l'état actuel de nos recherches sur les applications gynécologiques de la méthode de Haret.

Un pli cacheté déposé le 23 octobre 1911 contenait: 1° la description des électrodes spéciales que nous avons fait construire par M. Gaiffe et qui sont destinées au cas où l'on veut, soit porter la solution radifère à l'intérieur de la cavité utérine, soit la localiser à la surface externe du col; 2° l'exposé de la technique que nous préconisions après quelques tâtonnements.

Cette technique consiste à employer comme électrode positive active, placée dans le vagin ou l'utérus, une solution de bromure de radium au titre de 20 microgrammes pour 150^{cm^3} d'eau distillée. On peut employer tous les courants ayant une action électrolytique appréciable qui servent en médecine. (Nous avons utilisé le courant continu, le courant galvano-faradique, le courant ondulatoire de d'Arsonval.)

Abstraction faite de l'électrode vaginale, le reste de l'application est absolument semblable aux séances habituelles d'électrothérapie gynécologique.

Nous avons, depuis le dépôt de notre pli cacheté, attendu quatre mois que la pratique nous ait fourni des résultats cliniques. Voici les premières conclusions qui découlent des observations que j'ai recueillies avec mon élève et ami le Dr Loubier.

Nous laissons de côté les applications dans la cavité du corps utérin, parce que notre sonde, étant un peu grosse et d'un usage difficile, ne nous a permis qu'une expérimentation très restreinte; tout ce que nous pouvons dire c'est que l'électrolyse *intra-utérine* du radium est bien tolérée et ne paraît causer aucune réaction particulière. Pour les autres applications, si

nous laissons de côté les cas où il n'y a eu que trop peu de séances par suite de diverses circonstances, notre expérience porte sur 16 malades.

I. *Les applications intra-cervicales*, au nombre de 26, ont été faites sur 3 malades atteintes de métrite du col et n'ont pas causé de réactions particulières pendant ou après les séances; elles ont déterminé une modification heureuse et rapide de l'aspect du col et des symptômes éprouvés par les malades.

II. *Les applications vaginales*, au nombre de 235 (10 à 15 minutes de durée), ont été réparties sur 13 malades atteintes de métrite, de fibrome et de métrite avec exsudat annexiel ancien.

a. Ces applications sont bien tolérées si l'on reste au-dessous de 50 milliampères; au-dessus de cette intensité, au moins chez certaines malades, et s'il y a eu déjà un certain nombre de séances, on peut observer des sensations vaginales douloureuses.

b. Après la séance, il se produit fréquemment une leucorrhée soit muqueuse, soit muco-purulente, qu'on n'observe pas avec le courant continu seul.

En somme, pendant et après la séance l'électrolyse d'une solution de radium est bien moins supportée que l'électrolyse de l'eau simple et détermine de l'irritation de la muqueuse (¹).

c. Dans les fibromes et dans la métrite hémorragique nous avons constamment observé, sauf lorsque le nombre des séances avait été minime durant le premier mois, une amélioration marquée de la première période menstruelle; nous avons d'ailleurs, dans trois cas, constaté des rechutes plus ou moins marquées aux périodes suivantes, rechute qui, dans un de ces cas, a été suffisante pour que la malade renonce au traitement; mais, d'une façon générale, nous pouvons dire que, par la répétition des séances, on obtient des résultats bien meilleurs contre le symptôme hémorragique par l'électrolyse vaginale du radium que par des applications vaginales du courant galvanique simple de mêmes intensité et durée.

d. L'influence sur les phénomènes douloureux a été variable : très nette dans un cas de métrite et un d'annexite ancienne, elle a été faible dans certains cas, nulle dans quelques-uns.

e. Sur le volume des fibromes, nous avons, en général, constaté au bout de quelques séances une diminution légère, mais il s'agit là seulement d'un phénomène de décongestion comme on en observe avec le courant continu seul; jamais jusqu'à présent, nous n'avons constaté les diminutions rapides du volume qu'on observe en quelques cas sous l'influence de la radiothérapie.

f. Dans un cas, il y a eu libération manifeste d'adhérences anciennes périutérines.

En somme, s'il est permis de tirer des conclusions provisoires d'une

(¹) On observe d'ailleurs une intolérance de la peau du même genre quand on fait des applications percutanées de la méthode de Haret.

expérimentation restreinte, il semble que l'électrolyse des sels de radium en *applications intracervicales* est un bon traitement dans la métrite du col, qu'en *applications vaginales*, elle a une influence résolutive sur les exsudats périutérins et paraît augmenter d'une façon très appréciable le rôle hémostatique des applications vaginales du courant continu. Seulement, comme cette méthode irrite la muqueuse vaginale, elle est surtout indiquée lorsqu'on ne peut ou ne veut atteindre que de faibles intensités, par exemple lorsque, au lieu de courant continu, on emploie soit la galvano-faradisation, soit le courant ondulatoire de d'Arsonval.

MÉDECINE. — *Traitement de l'ostéite tuberculeuse par l'effluvation de haute fréquence.* Note (¹) de M. **E. Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

1. Depuis 8 ans j'ai eu l'occasion de soigner, par l'effluve de haute fréquence, un certain nombre de cas d'ostéite tuberculeuse avec un succès tel que la méthode me semble mériter d'être signalée. Elle n'est d'ailleurs pas nouvelle; en 1902, MM. L. Imbert et J. Denoyès, s'inspirant de ma Note à l'Institut sur l'action de l'effluve de haute fréquence dans la tuberculose, publièrent un court travail sur le *traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence*, où ils rapportèrent trois observations de guérison.

2. Les cas que j'ai suivis sont au nombre de 11 et se répartissent anatomiquement de la façon suivante :

1 cas de tuberculose de l'omoplate,
3 cas de tuberculose digitale,
2 cas de tuberculose des os de l'avant-bras,
5 cas de tuberculose des os du pied et particulièrement du tarse.

3. Dans *tous* ces cas, la guérison a été obtenue dans un laps de temps très variable (de 1 mois à plus de 2 ans). Tous ont été soumis au traitement suivant : tous les jours au début, puis, lorsque l'amélioration était nettement accusée, trois fois par semaine, la région malade était soumise pendant 5 à 10 minutes (suivant son étendue) à l'action d'un puissant effluve fourni par un résonateur. Je me suis servi de résonateurs de différents types qui m'ont tous semblé donner des résultats identiques.

(¹) Présentée dans la séance du 25 mars 1912.

4. Quoique le diagnostic clinique ait été dans tous ces cas soigneusement établi, tant par moi que par les médecins ou les chirurgiens traitants, je ne rapporterai ici que 4 observations seulement où le diagnostic clinique a été complété et confirmé par l'examen bactériologique. Voici ces cas :

Observation I. — Jeune fille de 19 ans, soignée pendant 5 ans à Berck pour une *ostéite tuberculeuse du pied.* A subi deux grattages, du cuboïde et du calcanéum. On commence le traitement par l'effluvation, le 3 mai 1909. Le pied est tuméfié dans toute sa partie tarsienne; peu de douleurs, deux fistules d'où s'écoule un liquide séro-purulent d'abondance moyenne. État général très satisfaisant. Le 15 mai, le pied est très dégonflé et la sécrétion très diminuée. Le 2 juin, la fistule externe est cicatrisée; la fistule interne donne encore un peu de liquide. Le 31 juillet, cette fistule se cicatrise à son tour. On continue le traitement jusqu'au 30 septembre 1909. A cette date la guérison est complète, la malade marche sans canne et ne boite plus.

Le 22 avril 1911. La guérison s'est maintenue.

Observation II. — Garçon de 14 ans, atteint depuis 2 ans *d'ostéite tuberculeuse* de l'omoplate gauche. A subi deux grattages. A la seconde récidive on m'envoie le malade pour lui faire le traitement par l'effluvation.

12 septembre 1907. La région est empâtée et rouge au niveau de trois petits orifices fistuleux, l'omoplate est épaissie sur tout le bord interne de la fosse sous-épineuse.

L'amélioration fut très rapide et, au bout de 1 mois (21 octobre 1907), la guérison était complète. Le malade avait repris depuis le 1er octobre son métier d'apprenti menuisier.

Observation III. — Jeune homme de 17 ans atteint, depuis 1900, d'*ostéite tuberculeuse* du pied droit.

En 1902, grattage du cuboïde. En 1903, ablation de cet os. En 1905, radiographie qui montre une décalcification profonde de tous les os du pied et du tiers inférieur des os de la jambe. Le chirurgien propose l'amputation de la jambe. État général mauvais, amaigrissement, cheveux secs et ternes. Localement gonflement de la région tarsienne; trois fistules donnent en abondance une sécrétion séro-purulente. Les parents refusent l'amputation proposée et me confient leur enfant. Le traitement commence le 17 mars 1905. Le 1er avril très grande amélioration de l'état général, diminution du gonflement local et de la sécrétion. Le 28 avril, l'une des fistules se ferme. A partir de ce moment l'amélioration continue, mais elle progresse avec une grande lenteur. La marche devient plus aisée, le malade abandonne ses béquilles en août pour ne se servir que d'une canne et même parfois marche sans appui.

Le traitement fut poursuivi pendant 18 mois avec quelques arrêts. En septembre 1906, le malade quitte Lille; il n'est pas complètement guéri, il a encore ses deux fistules, mais la sécrétion est insignifiante et le pied peut chausser des chaussures non spéciales. *Malgré la cessation du traitement l'amélioration continua;* en janvier 1907, l'une des fistules se cicatrise; la dernière se ferme en octobre de la même année. Depuis la guérison reste parfaite et la marche tout à fait normale, il n'existe même pas de boiterie.

Observation IV. — Jeune fille de 16 ans. Depuis 2 ans et demi *tuberculose de la phalangine du médius droit.* Le doigt est fusiforme, ankylosé. Fistule depuis 2 ans. Un grattage de l'os, il y a 1 an, sans résultat. Le chirurgien propose l'amputation du doigt. On essaye l'effluvation le 21 avril 1909. Amélioration très rapide; guérison complète le 7 juin.

Comme MM. L. Imbert et J. Denoyès l'ont signalé, les localisations osseuses de la tuberculose sont donc justiciables du traitement par l'effluvation électrique. L'amélioration est habituellement rapide et porte tant sur l'état général que sur l'état local. Localement on voit rapidement le gonflement et la sécrétion diminuer. La guérison (que j'ai obtenue dans les 11 cas traités) est parfois rapide, le plus souvent elle est lente et c'est cette lenteur sans doute qui a fait douter certains médecins de l'efficacité de cette méthode. Elle est pourtant très bonne, mais il faut savoir être patient et persévérant, poursuivre le traitement pendant des mois, s'arrêter, le reprendre et attendre une guérison qui semble bien devoir être la règle.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Existence et effets des poussières éoliennes sur les glaciers élevés du mont Blanc.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par le prince Roland Bonaparte.

On n'a que peu de notions sur les poussières éoliennes ou cosmiques qui se déposent sur les glaciers de grande altitude. Les poussières cosmiques peuvent se déposer par temps calme, mais elles sont sans doute en quantité infime. Quant aux poussières terrestres, elles ne peuvent guère être transportées aux grandes altitudes que par les ouragans; en ce cas, elles sont précipitées sur le glacier par la chute de la neige, à laquelle elles se trouvent mêlées, et recouvertes ensuite de neige pure, tombant d'un ciel déjà nettoyé.

Durant l'été exceptionnellement beau de 1911, il s'est écoulé de nombreuses semaines sans chute notable de neige au mont Blanc. La température de l'air montait fréquemment au-dessus de zéro à l'observatoire (4350^m). Pendant un travail de trois semaines sur le glacier autour de cet observatoire, et un travail également de trois semaines sur le glacier du Géant (3300^m) et sur la vallée Blanche (3600^m) il ne s'est guère passé de jour sans que j'aie vu voleter des guêpes et des papillons blancs qui ne paraissaient pas se ressentir de l'altitude.

Le soleil a pu fondre ou évaporer une très grande épaisseur de neige, le

névé s'est durci, et les poussières contenues dans toute la quantité de neige qui a disparu sont restées à la surface, où elles sont devenues visibles.

Dans les parties les plus élevées du mont Blanc, le névé n'avait plus sa blancheur primitive. Il était recouvert d'une pellicule mince de glace, miroitante au soleil, formant ce qu'on appelle la *neige croûtée*, la neige restant molle au-dessous de cette pellicule superficielle.

Au-dessous de 4000^m, la neige était tassée et uniformément dure. Au-dessous de 3500^m, au lieu d'être de la blancheur habituelle à cette altitude, elle avait un aspest général jaunâtre, causé par les poussières, et de plus en plus jaune à mesure qu'on descendait. Enfin, au-dessous de 2500^m le glacier était complètement nu, la neige ayant fondu entièrement.

Il est à remarquer que les rares précipitations qui ont eu lieu au-dessous de 3500^m, au lieu d'être de la neige comme d'habitude, ont été de la pluie.

La surface de la neige n'a pas conservé la forme unie que je lui ai toujours vue depuis vingt-cinq ans, mais a revêtu un aspect très particulier. La neige, devenue dure jusque dans sa profondeur, formait une série de mamelons arrondis comme des taupinières, de 2^{dm} à 3^{dm} de diamètre, sur 1^{dm} à 3^{dm} de haut. Ces mamelons étaient séparés par des creux de même grandeur. Toute la surface des plateaux était ainsi mamelonnée.

Dans les pentes, la forme était différente. La surface inclinée était creusée de rigoles parallèles, profondes de 1^{dm} à 5^{dm}, séparées par des crêtes étroites courant dans le sens de la plus grande pente, qui rendaient la marche très pénible.

Un examen minutieux me fit voir que des poussières jaunâtres ou noires occupaient les creux formant les intervalles entre les mamelons. On en trouvait aussi dans les rigoles, à tous les ressauts. Ces formations, qui rappellent en réduction les *neiges pénitentes* de l'Himalaya, deviennent dès lors facilement explicables.

La couche épaisse de neige fondue a successivement abandonné à la surface toutes les poussières qu'elle contenait. Ces poussières, inégalement réparties, ont formé de petits amas. Chaque amas, échauffé par le soleil, a formé un léger creux, en aidant à la fusion de la neige. La pluie a fait ruisseler dans les creux les poussières des parties saillantes, et bientôt les mamelons ont été nettoyés et les creux seuls ont contenu la totalité des poussières qui ont aidé à leur approfondissement par le même mécanisme.

Sur les pentes, le ruissellement de la pluie a emmené des particules poussiéreuses d'un creux à l'autre, en abandonnant entre les deux une partie qui a fait creux à son tour, de sorte qu'il s'est formé des rigoles, de

plus en plus profondes en approchant du bas, où la quantité de poussière était augmentée par l'apport d'une partie de celles des parties supérieures.

C'est donc à la fois la chaleur fondant le névé et la pluie remplaçant la neige habituelle qui ont motivé ces formations extraordinaires.

La quantité de la poussière déposée sur le glacier était impossible à évaluer, car elle était inégalement répartie, mais on pourrait facilement être renseigné sur sa nature. J'en ai recueilli une certaine quantité, à une altitude d'environ 2600^m. Je la tiens à la disposition du géologue micrographe qui serait disposé à l'examiner et à rechercher s'il ne se trouverait pas de la poussière cosmique mêlée aux poussières éoliennes.

M. **P. Vaïsse** adresse une Note intitulée : *Relations qui existent entre les failles d'une part et de l'autre les sources, la foudre, la baguette divinatoire et la déclinaison magnétique.*

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er avril 1912.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1911 *et programme des travaux pour l'exercice de* 1912. Leyde, E.-J. Brill, 1912; 1 fasc. in-4°.

Ministère de la Marine. *Annuaire de la Marine pour* 1912. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-8°.

Compte rendu annuel des travaux exécutés par le Service géographique de l'Indo-Chine, année 1911. Hanoï, 1912; 1 vol. in-8°.

Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, publication trimestrielle, année 1912, n° 1. Tunis; 1 fasc. in-8°.

Year-Book of the Royal Society of London, 1912. Londres, Harrison et fils, 1912; 1 vol. in-8°.

Raccolta Vinciana presso l'Archivo storico del Comune di Milano; fascicolo VII, 1910-1911, pubblicato il 15 marzo 1912. Milan, Umberto Allegretti; 1 vol. in-8°.

Ueber die Abhängigkeit der Bruchfestigkeit von der Temperatur, von FRIEDRICH HAUSER. Brunswig, Vieweg et fils, 1912; 1 fasc. in-8°.

Was ist die Ursache der Bewegung, der Kraft, des Lebens? von ERNST KOCH. Chez l'auteur, à Freystadt, s. d.; 1 fasc. in-12.

Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle; Heft XX. Hanovre, M. et H. Schaper, 1911; 1 vol. in-4°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1910. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States National Museum; t. XL. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States National Museum; n° 50 : *The birds of North and Middle America,* by ROBERT RIDGWAY; part V. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 18 mars 1912.)

Note de MM. *L. Cuénot* et *L. Mercier*, Études sur le cancer des Souris, etc. :

Page 784, ligne 2 en remontant, *au lieu de* qui provient de Souris de lignée pauvre, *lire* qui provient de Souris sensibles de la même lignée; de même pour les Souris de lignée pauvre.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

In-4 (28-23), hebdomadaire.

;ollection complète, de 1835 à 1910 ; 151 volumes..... 1890 fr.

;haque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

;haque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122**, à **127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément .... 15 fr.

Les Comptes rendus paraissent régulièrement chaque semaine ,epuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, ,uelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux ;olumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque ,olume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.. 30 fr.
Départements............................. 40 fr.
Union postale............................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

;ables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23);1853.. 25 fr.
;ables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23): 1870.. 25 fr.
;ables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
;ables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

;omes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*.............. 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4 ; tomes I a LI, 1816 a 1910.

;haque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément................................ 15 fr.

,e Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

,e Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

,es Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

;e Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881............................. 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4 ; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

;haque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

;e **Série**, Tomes I et II (1806-1811), **et** IIe Série, Tomes I **à XXV** (1827-1877); 1881.......................... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16) ; 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet*. — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard*. — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs
à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches ; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches ; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885...................... 25 fr.
— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches ; 1882........................ 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.............................. 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches ; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches ; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*)

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur ; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .. .. .. 275 fr.

N° 14.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 1er Avril 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PLIS CACHETÉS.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 15 (9 Avril 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 9 AVRIL 1912.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Metchnikoff*, pour occuper la place d'Associé étranger vacante par le décès de Sir *John Dalton Hooker*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Metchnikoff** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE. — *Sur les variations du coefficient de pression avec la température et sur quelques points qui en dépendent dans l'étude des pressions intérieures des fluides*. Note de M. **E.-H. Amagat**.

1. J'ai insisté à plusieurs reprises sur l'importance que présentent les variations du coefficient de pression avec la température, notamment à propos du calcul des pressions intérieures dans les fluides; j'ai toujours pensé, contrairement à l'opinion quelquefois émise, que ces variations étaient toujours fort petites et même incertaines dès qu'on s'éloigne un peu de la courbe de saturation; à tel point qu'on pourrait douter de leur existence si l'on ne devait tenir compte d'autres considérations que de celles tirées des valeurs obtenues au moyen des données fournies par les isothermes expérimentales, même les meilleures que nous possédions.

Le fait qui entraîne le plus nettement la nécessité de ces variations, est celui des variations de la chaleur spécifique c à volume constant avec ce

volume; ceci conformément à la relation bien connue

$$\frac{dc}{dv} = \mathrm{AT}\frac{d^2p}{dt^2}. \tag{1}$$

Or, pour des températures voisines de 50°, les déterminations directes de M. J. Joly montrent :

Que la chaleur spécifique c de l'acide carbonique varie, en chiffres ronds, de 0,167 à 0,215 quand la densité absolue varie de 0,008 à 0,200, c'est-à-dire le volume dans le rapport de 25 à 1;

Que pour l'air, à la même température, c varie seulement de 0,1715 à 0,1730 pour une variation de pression de 1^{atm} à 50^{atm}; soit, quand le volume varie, sensiblement dans le rapport voisin de 50 à 1;

Que pour l'hydrogène, les variations sont extrêmement faibles.

On ne peut, évidemment, calculer régulièrement les variations qu'il faudrait supposer au coefficient de pression pour entraîner des variations données de la chaleur spécifique, mais il n'est pas impossible d'en faire le calcul approximatif en supposant par exemple que la diminution du coefficient de pression soit proportionnelle à l'accroissement de température, la dérivée seconde devient alors constante et le calcul de $\frac{dc}{dv}$ se fait sans difficulté; on en déduit ensuite par une simple proportion la valeur de $\frac{d^2p}{dt^2}$ (et par suite la diminution du coefficient de pression quand la température croît) pour une valeur de $\frac{dc}{dv}$ donnée d'avance. Le résultat auquel on arrive ainsi est que l'ordre de grandeur des variations du coefficient de pression avec la température, qui correspondent à celles de c avec le volume, est tel que ces dernières variations, tout au moins dans le cas où elles sont petites, ne pourraient être déduites avec certitude des pressions fournies par les meilleures données expérimentales que nous possédions.

Le Tableau qui suit donne les valeurs de coefficients de pression relatifs aux gaz argon, hydrogène et hélium, ils ont été calculés au moyen de données provenant d'expériences faites au laboratoire de M. Kamerlingh Onnes, c'est-à-dire leur haute valeur expérimentale.

Argon.

Volumes constants.	$\overline{121^\circ}$,21-$\overline{109^\circ}$,88.	$\overline{102^\circ}$,51-$\overline{57^\circ}$,72.	$\overline{57^\circ}$,72-0°,00.	0°,00-20°,39.
0,036............	0,1121	0,1105	0,1090	0,1082
0,031............	0,1319	0,1298	0,1279	0,1279
0,026............	0,1602	0,1573	0,1547	0,1531
0,021............	0,2039	0,1994	0,1953	0,1930
0,017............	0,2599	0,2530	0,2469	0,2434

Hydrogène.

	$\overline{217^\circ}$,40-$\overline{182^\circ}$,81.	$\overline{182^\circ}$,81-$\overline{103^\circ}$,57.	$\overline{103^\circ}$,57-0°,00.	0°,00-100°,20.
0,037138.........	0,102	0,101	0,101	0,101
0,028651.........	0,134	0,133	0,132	0,131
0,023611.........	0,164	0,162	0,161	0,160
0,020355.........	0,191	0,190	0,188	0,187

Hélium.

	$\overline{258^\circ}$,93-$\overline{182^\circ}$,80.	$\overline{182^\circ}$,80-$\overline{103^\circ}$,59.	$\overline{103^\circ}$,59-0°,00.	0°,00-100°,35.
0,038068.........	0,104	0,098	0,098	0,097
0,026410.........	0,150	0,141	0,141	0,141
0,020406.........	0,195	0,184	0,184	0,183

Les coefficients de l'argon calculés par M. C.-A. Crommelin n'ont pas encore été publiés, ils m'ont été communiqués par M. Kamerlingh Onnes. J'ai calculé moi-même les coefficients relatifs à l'hydrogène et à l'hélium, mais je dois dire que ce sont des résultats bruts déduits des produits pv, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas été régularisés par un procédé graphique ou par une formule empirique, comme on le fait couramment; c'est pour cela que je n'ai gardé que trois décimales. Pour ces deux derniers gaz, les parties des isothermes coupées par les lignes d'égal volume étant sensiblement rectilignes (il n'en est plus de même avec l'argon), le calcul des pressions se fait assez simplement; dans tous les cas, les coefficients correspondants devront ultérieurement être calculés avec plus de soin, surtout si l'on veut les faire servir au calcul des pressions intérieures; mais cela ne saurait rien changer aux conclusions qu'on en peut tirer et qui du reste sont les mêmes que celles résultant de mes propres expériences, dans des limites bien différentes de température et de pression.

Dans le cas de variations du coefficient de pression aussi petites que celles de l'hélium et de l'hydrogène, il serait extrêmement intéressant d'en faire

la détermination directe, en chauffant une masse de gaz sous volume constant, au lieu de les déduire d'isothermes obtenues en faisant varier la pression à température constante.

On voit que l'ensemble des résultats consignés au Tableau accuse une petite diminution du coefficient de pression quand la température croît ; cette diminution, très nette pour l'argon, est infiniment moindre pour l'hydrogène et l'hélium (sauf pour l'hélium à la plus basse température) et telle qu'on ne pourrait en affirmer l'existence à la seule inspection du Tableau ; pour ces deux gaz, en effet, la diminution ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ de la valeur du coefficient pour un intervalle de température de plus de 300° ; l'ordre de grandeur du coefficient de diminution serait donc à peu près de $\frac{1}{30000}$ (1).

Cependant, si faibles que soient ces variations, elles paraissent encore beaucoup trop fortes relativement à celles de la chaleur spécifique c ; si l'on fait en effet le calcul de ces dernières variations au moyen de celles des coefficients de pression du Tableau, on arrive à un accroissement de c quand le volume diminue, infiniment plus grand que celui que font prévoir les résultats de M. Joly.

Il semble bien que cette contradiction doive tenir à une erreur systématique dans la détermination des pressions ; cette erreur serait-elle due à l'effet condensant des parois des vases ? L'élévation de température doit vraisemblablement tendre à diminuer cette condensation, mais l'accroissement de pression tend évidemment à produire l'effet contraire ; il peut en résulter finalement une diminution de pression tendant à accentuer les variations du coefficient de pression.

---

(1) Pour l'hélium, dont les isothermes sont presque rectilignes et parallèles, la pression intérieure doit être tellement petite qu'il sera vraisemblablement impossible de la calculer avec quelque exactitude ; il est facile de montrer en effet que, pour un faisceau d'isothermes rigoureusement rectilignes et parallèles, la pression intérieure serait nulle.

La plus basse isotherme de l'hélium est celle de 258°,93 ; elle est donc à 14° du zéro absolu et le fluide se comporte encore presque comme un gaz parfait ; tout l'ensemble de la courbe de saturation doit donc être contenu dans l'intervalle de quelques degrés.

Pour l'hydrogène, les isothermes sont encore sensiblement rectilignes, mais non parallèles jusque vers — 180° ; leur coefficient angulaire diminue sensiblement avec la température et change de signe précisément vers cette température de 180° ; le gaz devient alors plus compressible que s'il suivait la loi de Mariotte, cette loi se trouve donc à peu près rigoureusement suivie vers la température en question.

On sait tout l'intérêt que présente le magnifique ensemble des recherches qui sortent du laboratoire de M. Kamerlingh Onnes.

On sait que les expériences de Magnus, qui avait étudié cette question en multipliant les surfaces de contact, avaient décelé une condensation extrêmement faible; sous des pressions plus fortes, cette condensation deviendrait-elle suffisante pour expliquer les différences dont il s'agit ici.

II. Il est facile de montrer comment les variations de l'énergie intramoléculaire dépendent de celle des coefficients de pression.

J'ai fait remarquer déjà comment les variations de l'énergie intramoléculaire avec le volume peuvent se déduire de l'expression suivante de c :

$$c = A\left(\frac{3}{2}\frac{d(pv)}{dt} + \frac{1}{2}\frac{d\Sigma r\varphi(r)}{dt} + \frac{dU}{dt}\right);$$

on peut d'autre part, pour une isotherme quelconque, écrire

$$\frac{1}{2}\Sigma r\varphi(r) = 3\,(p_0 v_0 - pv),$$

p_0 étant une pression assez faible pour que le viriel puisse être considéré comme nul, $p_0 v_0$ se rapportant à l'origine, si l'on veut.

Par suite, dérivant et substituant la valeur de $\frac{d\Sigma r\varphi(r)}{dt}$, il vient

$$c = A\left(\frac{3}{2}\frac{d(p_0 v_0)}{dt} + \frac{dU}{dt}\right).$$

Du reste, $p_0 v_0$ se rapportant à l'origine, le gaz peut être considéré comme parfait et $\frac{d(p_0 v_0)}{dt}$ est une constante.

On a donc finalement

$$c = A\left(\text{const.} + \frac{dU}{dt}\right).$$

Dès lors, tant que c est fonction de v, il en est de même de $\frac{dU}{dt}$ et par suite de U. Par suite on doit introduire $\frac{dU}{dv}$ dans la valeur de l et écrire

$$dq = A\left(\text{const.} + \frac{dU}{dt}\right)dt + A\left(p + \pi' + \frac{dU}{dv}\right)dv.$$

C'est le résultat que j'ai retrouvé, plus tard, en étudiant la différence des deux pressions intérieures Π' et π.

Si maintenant nous remarquons que la valeur ci-dessus de c donne

$$\frac{dc}{dv} = A\frac{d^2U}{dt\,dv},$$

nous aurons finalement, en tenant compte de la relation (1),

$$\frac{d^2 U}{dt\,dv} = T\frac{d^2 p}{dt^2},$$

relation qui montre comment la variation de l'énergie intramoléculaire dépend de celle du coefficient de pression avec la température.

III. Dans l'hypothèse des atmosphères que j'ai développée dans ma Note du 24 mai 1909, cette dernière relation n'existerait évidemment plus, puisque $\frac{dU}{dv}$ serait nul, et l'hypothèse paraîtrait vérifiée seulement au degré d'approximation de la loi $\frac{dp}{dt} = \varphi(u)$; cependant il n'en est pas forcément ainsi, si l'on fait intervenir l'action que j'ai supposée entre les molécules et les atmosphères.

Comme je viens de le dire, $\frac{dU}{dv}$, dans l'hypothèse en question, doit être nulle dans toute l'étendue étudiée du réseau et non pas seulement à partir d'une valeur suffisamment grande du volume, ainsi que cela paraît résulter de la rédaction du paragraphe 4 de la susdite Note, dans laquelle l'expression de *grandes distances intermoléculaires* a été employée mal à propos. Les nouvelles forces dont il y est question ne doivent bien introduire aucun terme nouveau à la place de $\frac{dU}{dv}$ dans le cas de très grandes distances intermoléculaires, ainsi qu'il est dit, mais elles peuvent évidemment introduire un terme nouveau pour des distances intermoléculaires, plus petites à la condition que ce terme s'introduise en même temps dans l'expression de la pression intérieure totale Π'; c'est précisément ce qui aurait lieu pour l'action entre les molécules et les atmosphères; si, en effet, cette action introduit dans la pression intérieure Π' un terme π''', le travail $\pi'''\,dv$ sera à ajouter à la valeur de $l\,dv$ et, par suite, la différence $(\Pi' - \pi)$, qui exprime le rôle des atmosphères, ne sera pas modifiée; or, c'est précisément le terme π''' qui pourrait expliquer, comme $\frac{dU}{dv}$, la variation $\frac{dp}{dt}$ et, par suite, celle de la chaleur spécifique c.

Quoiqu'il ne s'agisse ici, bien entendu, que d'une hypothèse, son étude présente cependant, tout au moins, l'intérêt de montrer les propriétés assez curieuses de la fonction $(\Pi' - \pi)$.

On pourrait, du reste, encore concevoir une solution mixte, dans laquelle interviendraient simultanément le rôle des atmosphères et celui des variations, avec le volume, de l'énergie intramoléculaire.

ZOOLOGIE. — *Sur la classification du genre* Caridina *et les variations extraordinaires d'une espèce de ce genre, la* Caridina brevirostris *Stimpson.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Les Crevettes d'eau douce du genre *Caridina* sont assez nombreuses; on en connaît aujourd'hui près de 50 espèces et la liste n'est sûrement pas close. Ces espèces semblent très voisines les unes des autres, encore que leurs formes extrêmes présentent un contraste frappant; il n'est pas facile de les caractériser et l'on doit quelque reconnaissance à M. J.-G. de Man qui a tenté un sérieux effort dans ce but. La classification de M. de Man, établie en 1892, divise les Caridines en deux groupes d'après l'armature du bord supérieur du rostre qui est tantôt inerme, tantôt pourvu de denticules. Cette classification a été légèrement modifiée par M. Ortmann en 1894 et par moi-même en 1905, sans cesser de recevoir pour base la structure du rostre; ainsi, les trois groupes dans lesquels j'ai réparti, en 1905, les diverses espèces du genre ont pour caractères respectifs : un rostre denticulé au moins en dessus et plus long que les pédoncules antennulaires (groupe de la *C. nilotica*), un rostre analogue mais plus court que ces pédoncules (groupe de la *C. laevis*), enfin un rostre inerme du côté dorsal et ordinairement peu allongé (groupe de la *C. typa*). Ces groupes correspondent assez bien à l'évolution du genre, les espèces du premier ayant des caractères primitifs qu'on ne rencontre pas dans les autres; au surplus, pour distinguer les espèces de chaque groupe, j'ai eu recours, comme MM. de Man et Ortmann, à des caractères en apparence moins importants tels que l'armature épineuse de la carapace, des antennules et des antennes, la forme et les dimensions des chélipèdes ou pattes à pinces, la longueur relative des divers articles des pattes des trois paires postérieures ou pattes ambulatoires.

L'effort a été louable et ne resta pas sans profit, mais on doit reconnaître qu'il ne fut pas suffisant puisqu'il n'a pas permis à un carcinologiste fort habile, M. Borradaile, de déterminer les Caridines recueillies aux Seychelles par M. Stanley Gardiner. « La collection, dit l'auteur (1), contient un nombre immense d'individus » qu'on doit rapporter aux

(1) L.-A. Borradaile, *The Percy Sladen Trust Expedition, III. Land and freshwater Decapoda* (*Trans. linn. Soc. London* (2), t. XII, 1907, p. 67).

Caridina typus Edw., *similis* Bouv., *brevirostris* Stimp. et *singhalensis* Ortm., mais « ces espèces sont extraordinairement difficiles à séparer à cause des grandes variations qu'elles présentent sur tous les points que Bouvier utilise pour leur diagnose. Je crois probable, ajoute M. Borradaile, que leur indépendance ne sera pas, à l'avenir, maintenue dans tous les cas. M. Stanley Gardiner serait heureux de soumettre les spécimens à qui voudrait les examiner et en faire la statistique ».

L'invitation était à peine voilée et je résolus d'y répondre. C'est ainsi que je possède, depuis plus d'une année, les nombreuses Caridines (près de 4000 individus) capturées par M. Gardiner et que, depuis lors, je m'efforce de débrouiller l'imbroglio qu'elles présentent.

M. Borradaile avait grandement raison en affirmant que les Crevettes de M. Gardiner se distinguent par des variations déconcertantes, et il n'a pas eu complètement tort de croire que l'examen de ces variations mettrait en péril l'indépendance de certaines espèces citées plus haut. En fait, la collection renferme un certain nombre de *Caridina typa*, quelques *C. serratirostris* de Man et des milliers d'exemplaires d'une espèce extraordinairement variable que je rapporte à la *Caridina brevirostris* Stimpson.

I. Pour bien mettre en évidence les variations extraordinaires de cette Caridine, le plus simple me paraît être d'isoler ses formes extrêmes et de regarder *provisoirement* les autres comme une combinaison de ces deux formes. L'une de ces dernières correspond de tous points à la *Caridina brevirostris* St. telle que je l'ai décrite dans le travail cité plus haut, ce sera la forme *typica* de l'espèce; la seconde, plus ou moins longirostre, pourra être utilement désignée sous le nom de forme *Gardineri*.

Dans son état le plus normal, c'est-à-dire le plus fréquent, la forme *typica* se distingue par un rostre triangulaire, droit ou un peu infléchi, à peu près aussi long que sa largeur basale et atteignant au plus le sommet des pédoncules oculaires; la carène ventrale y fait totalement défaut ou n'est représentée que par une saillie des plus réduites; la carène dorsale, au contraire, est nettement apparente, mais fort basse et toujours dépourvue de dents. Ce rostre inerme et fort peu caréné présente d'ailleurs des variations : tantôt sa pointe s'allonge et devient très aiguë, tantôt elle s'émousse, se raccourcit à divers degrés jusqu'à un type extrême, d'ailleurs très rare, où le rostre n'est plus représenté que par une saillie frontale obtuse qui ne dépasse guère les échancrures de l'orbite. Ce sont vraisemblablement les individus à rostre très réduit que M. Borradaile rapportait à

la *C. singhalensis* Ortmann, mais ils n'ont avec cette dernière aucune parenté, l'espèce d'Ortmann appartenant à un tout autre type.

Dans la forme *Gardineri*, le rostre présente des caractères bien différents : il est toujours plus ou moins allongé, muni d'une carène dorsale armée de spinules, souvent aussi d'une carène ventrale fréquemment dentée; grâce à ces deux carènes, qui sont verticales et médianes, il a une apparence de sabre, du moins chez les individus où il acquiert une longueur notable, et alors il n'est pas rare de le voir se relever quelque peu à l'extrémité, ce qui rappelle de loin les Caridines primitives. Ainsi fait, le rostre peut atteindre et même dépasser légèrement le bout distal des pédoncules antennulaires, ou se réduire à une saillie qui n'excède pas le premier article des mêmes pédoncules. Comme le rostre de la forme *typica*, il peut notablement s'infléchir du côté ventral.

Que l'on combine de toutes les manières possibles ces deux types extrêmes et l'on aura des dispositions singulièrement nombreuses que l'on peut voir réalisées dans tel ou tel individu, entre autre la forme *similis* (à carène dorsale réduite et inerme, à carène ventrale très saillante et armée), qui caractérise les individus que j'avais autrefois décrits sous le nom de *Caridina similis*. En fait, ces combinaisons ne suffisent même pas et sont largement dépassées dans la nature ; il y a des rostres bossus, des rostres en soc, des rostres brusquement acuminés et quantité d'autres de forme bizarre ; c'est un défi à la classification basée sur la structure rostrale.

II. Là ne se bornent pas, tant s'en faut, les variations de l'espèce : dans chacune des deux formes les pattes des deux premières paires, ou chélipèdes, présentent des modifications nombreuses qui *semblent* pouvoir résulter aussi de la combinaison de deux types extrêmes. L'un de ces types est caractérisé par des pinces où les doigts sont plus allongés que la portion palmaire et munis d'un grêle stylet terminal qui divise en deux le faisceau de poils ; le carpe des pattes antérieures est bien plus long que large et celui des pattes suivantes pour le moins aussi allongé que la pince. Le type opposé se distingue par des pinces trapues et ovoïdes où les doigts sont plus courts que la portion palmaire et munies d'un puissant ongle terminal, les carpes étant eux-mêmes plus courts que les pinces et celui des pattes antérieures au moins aussi large que long. Par la similitude relative des deux paires d'appendices, cette forme se rapproche manifestement du genre *Ortmannia*, mais sans l'atteindre toutefois, le carpe postérieur n'étant pas encore échancré en avant; c'est une forme *pré-ortman-*

nienne. Les combinaisons très nombreuses qu'on peut imaginer avec ces deux types sont toutes réalisées dans la nature, sauf une seule, à ma connaissance, celle où l'on trouverait un stylet aux doigts antérieurs et un ongle à ceux de la patte suivante ; le cas inverse est par contre des plus fréquents. Ces variations des chélipèdes, non moins que celles du rostre, permettraient de rapporter le *C. brevirostris* à presque toutes les espèces actuellement connues dans le genre.

Ce ne sont d'ailleurs pas les seules variations présentées par notre Caridine : les pédoncules antennulaires et les pédoncules antennaires sont de longueurs très variables, les premiers se réduisant d'ordinaire en même temps que le rostre, les seconds présentant des variations inverses; on peut en dire autant de l'épine antennulaire (celle qui termine en dehors le premier article des antennules) et de l'épine infra-orbitaire, cette dernière finissant même par disparaître chez les individus brévirostres les plus typiques. Les autres variations présentent une moindre importance et restent dans la limite de celles qu'on peut observer dans les espèces du genre.

III. Quoi qu'il en soit, l'espèce qui nous occupe offre des caractères propres qui permettent de la distinguer de toutes les autres Caridines.

On sait que les épines uropodiales (celles qui bordent l'échancrure de la rame externe des uropodes) font totalement défaut chez les Atyidés primitifs (*Xiphocaris*, *Xiphocaridina*, *Troglocaris*, *Atyaëphyra*, etc.) et qu'elles deviennent particulièrement nombreuses chez les formes lourdes (*Ortmannia*, surtout les *Atya*) qui ont abandonné plus ou moins la natation pour la marche et occupent actuellement le point terminus de la famille; cette armature atteint au plus le nombre de 15 épines dans les formes les moins évoluées du genre, tandis qu'elle descend très rarement à ce nombre (ou à 14) dans les autres et notamment dans la *C. brevirostris* qui, à cet égard, ressemble tout à fait aux *Ortmannia*. D'autre part, j'ai constaté que dans les formes primitives, la longueur préorbitaire des pédoncules antennulaires égale pour le moins les $\frac{80}{100}$ de la longueur postorbitaire de la carapace, tandis que dans les autres, et en particulier dans la *C. brevirostris*, ce rapport n'est jamais atteint (de $\frac{50}{100}$ à $\frac{70}{100}$ dans notre Caridine). Ces deux types d'organisation éloignent la *C. brevirostris* de toutes les espèces primitives que j'ai pu étudier (*vitiensis* Borr., *ensifera* Schenk., *propinqua* de Man, *nilotica* Roux, *multidentata* de Man, *Simoni* Bouv., *gracillima* Lanch., etc.) et qui, d'ailleurs, se distinguent ordinairement par un rostre sigmoïde très long.

J'ai constaté aussi que l'arceau antennulaire des Caridines présente deux types : l'un sans carène médiane ou avec un simple bourrelet médian, l'autre avec une carène verticale haute, saillante et tranchante. Ce dernier caractère atteint son développement maximum chez la plupart des *Ortmannia* et chez les *Atya;* il s'observe également chez

certaines Caridines à évolution avancée (*C. japonica* de Man, *angulata* Bouv., *Weberi* de Man, *typa* Edw., *parvirostris* de Man, et *singhalensis* Ortmann); l'autre disposition, plus primitive, caractérise la grande majorité des Caridines et notamment la *C. brevirostris*. Notre Caridine se distingue d'ailleurs de plusieurs espèces sans carène (*laevis* Heller, *togoensis* Hilg., *Davidi* Bouv., *timorensis* de Man, *isaloensis* Cout., *edulis* Bouv., *pareparensis* de Man) par le doigt de ses pattes ambulatoires postérieures qui égale au plus le quart du propode, alors que, dans cette série de formes, le doigt égale au moins le tiers du même article. Et nous voici dès lors conduits à comparer la *C. brevirostris* avec des espèces bien plus voisines dont le nombre est relativement restreint. L'une de ces espèces, la *C. serratirostris* de Man, doit être isolée de toutes les autres parce que son acicule antennulaire atteint et même dépasse l'extrémité distale du premier article des pédoncules. Il faut également séparer de notre Caridine :

1° Les *C. fossarum* Heller (très voisine de *syriaca* Bouv. qui n'en est peut-être qu'une variété), *brevicarpalis* de Man, *pareparensis* de Man et *Richtersi* Thall. qui s'en distinguent par divers caractères dont le plus frappant est une épine située en dessous à la base des pédoncules antennaires;

2° Les *C. spathulirostris* Richters, *Grandidieri* Bouv. et *madagascariensis* Bouv. qui sont ordinairement dépourvues d'épines antennaires mais se rapprochent des précédentes par leurs pédoncules oculaires nettement dilatés dans la région optique.

Nous restons ainsi avec la seule *C. brevirostris*, qui, très voisine des deux groupes ci-dessus, est caractérisée par les traits suivants : développement médiocre des pédoncules oculaires dont la dilatation antérieure est réduite ou nulle, atrophie de l'épine antennaire et parfois aussi de l'épine sous-orbitaire, prolongement aigu formé par l'article basilaire des uropodes (ce qui la distingue de *Grandidieri* et de *spathulirostris*), épines uropodiales nombreuses (de 14 à 22), voussure dorsale de la carapace, épines du doigt des cinquièmes pattes au nombre de 28 à 35, etc.

IV. Étant données les innombrables variations de l'animal et les passages qui relient ces variations entre elles, on pourrait croire que notre Caridine, au lieu d'être une forme autonome, résulte du croisement de deux espèces, l'une primitive à long rostre du type *Gardineri* avec les pinces de la première paire fort différentes des suivantes, l'autre à rostre court de la forme *typica*, avec des chélipèdes peu dissemblables et plus ou moins ortmanniens. Cette hypothèse a l'avantage d'expliquer fort simplement la plupart des variations observées et respecte l'ancienne classification en accordant au rostre et aux chélipèdes une importance systématique de premier ordre; les deux espèces présumées, dans cette hypothèse, seraient situées aux deux pôles du genre, l'une très primitive, l'autre à évolution très avancée. Mais alors, comment expliquer que deux espèces aussi lointaines se croisent avec une telle facilité? Comment admettre surtout qu'elles se ressemblent par ailleurs de tous points, qu'elles aient le même

facies, le même air spécifique et, en somme, cette multitude de caractères communs qui nous ont permis de les distinguer des autres espèces du genre?

Il nous faut donc abandonner l'hypothèse de deux espèces en croisement et considérer notre Caridine comme une forme autonome.

Mais cela ne résout pas le problème des extraordinaires variations de l'espèce, et l'on doit rechercher l'origine de ces dernières. Sont-elles le résultat de transformations lentes et progressives ou proviennent-elles brusquement de mutations?

Si l'on admet une variation lente et progressive, il faut admettre pour point de départ une forme très longirostre à pinces nettement caridiniennes et pour terme ultime des individus à rostre presque nul et à pinces plus ou moins ortmanniennes ; ces deux formes extrêmes sont identiques à celles que nous avons admises dans l'hypothèse de deux espèces en hybridation, mais la seconde dérive de la première par des passages progressifs au lieu d'être un point de départ comme elle, tous les individus étant d'ailleurs capables de se croiser entre eux.

La supposition n'a rien d'invraisemblable, encore que les deux formes extrêmes soient très rares et que la seconde ne présente jamais des représentants de grande taille. Ce qui la rend sujette à caution, c'est qu'elle réclame une continuité absolue dans des influences modifiantes qui devaient être fort dissemblables, puisque les unes agissaient sur le rostre (et les pédoncules antennulaires, les épines orbitaires de la carapace, etc.), les autres indépendamment sur les chélipèdes. D'ailleurs, j'ai constaté des variations plus grandes encore dans une espèce de Maurice, la *Caridina Richtersi* Thallw., où l'on arrive à des individus franchement ortmanniens qui, séparés des autres par un large hiatus, n'en peuvent provenir par évolution lente. On sait d'ailleurs qu'il en est de même chez les *Ortmannia* qui se transforment en *Atya* (*Ortm. Alluaudi* Bouv., *Ortm. Henshawi* Rathb.) et où les formes atyennes sont séparées des formes ortmanniennes par des différences très considérables. Pour ces motifs, il me paraît peu rationnel d'attribuer à une évolution lente et progressive la plupart des variations de la *C. brevirostris*.

VI. Nous voici donc, semble-t-il, devant un type en mutation active qui dépense à l'heure actuelle une force d'évolution longuement accumulée et qui donnera sans doute naissance, dans la suite, à bon nombre de formes nouvelles, les unes du genre *Caridina*, les autres du genre *Ortmannia*. Par

ses variations nombreuses et très diverses, notre espèce n'est pas sans analogie avec la *Draba verna*, petite Crucifère multiforme sur laquelle ont attiré l'attention les célèbres expériences culturales d'Alexis Jordan. Mais la ressemblance ne va pas plus loin : comme le fait remarquer M. de Vries, les variations de la *Draba verna* se fixent très vite en « petites espèces », d'abord parce que « les anthères s'ouvrent dans les boutons floraux et pollinisent les stigmates avant l'ouverture des fleurs », ensuite parce que ces dernières sont « très peu visibles » et ne reçoivent guère la visite des Insectes ; tandis que les représentants de la *Caridina brevirostris*, quelles que soient leurs variations, peuvent à coup sûr se croiser entre eux, ce qui entrave, dans une large mesure, l'isolement des formes nouvelles [1]. Pour que des formes semblables, dans nos Crevettes, arrivent à s'isoler, il faut qu'elles soient le résultat d'une mutation fort ample, capable de s'opposer au croisement ; il en est sans doute ainsi chez les espèces d'*Ortmannia* qui, très variables, donnent brusquement des *Atya* parfaitement stables ; la *Caridina brevirostris* s'essaye à n'en pas douter dans des directions multiples, mais elle n'a pu encore atteindre le type générique immédiatement supérieur, celui des *Ortmannia*, où elle pourrait se fixer.

Quoi qu'il en soit, l'exemple de la *C. brevirostris* nous montre qu'il faut renoncer à la classification actuelle des Caridines et en instaurer une autre où n'interviennent pas, comme caractères dominateurs tout au moins, la structure rostrale et la forme des chélipèdes. Les lignes principales de cette classification nouvelle sont indiquées plus haut, dans le paragraphe où j'ai mis en évidence les caractères qui distinguent notre espèce des autres Caridines; les plus essentielles m'ont été fournies par l'évolution intime de la famille, les autres (et notamment celles tirées des pattes ambulatoires déjà fort bien utilisées par M. de Man) par la comparaison de nombreuses espèces du genre ; leur ensemble n'est sans doute pas irréprochable, mais il réalise à coup sûr un progrès sensible dont M. Borradaile, par ses justes critiques, aura été l'initiateur.

Là ne se borne pas l'intérêt qu'offre aux zoologistes la *C. brevirostris*. Au premier abord, on pourrait croire que ses nombreux représentants plus ou moins ortmanniens sont des individus à caractères mixtes, des hétérozygotes, qui résultent du croisement d'une *Caridina* normale avec

---

(1) Cet isolement ne semble pas impossible ; les captures faites par M. Gardiner à la Cascade de Mahé (20 individus) et au Morne seychellois (100 individus) se composent exclusivement d'exemplaires de la forme *typica*.

une *Ortmannia*. Or, la forme *Ortmannia* n'est sûrement pas réalisée dans cette espèce (dont j'ai passé en revue, de très près, plus de 3000 individus) et comme d'ailleurs on ne connaît pas d'Ortmannies aux Seychelles (où pourtant M. Gardiner a fait pêcher en tous sens), on arrive à cette conclusion que *les caractères ortmanniens apparaissent d'eux-mêmes, sans croisement*, et que les nombreux individus cités plus haut ne sont hétérozygotes qu'en apparence. Cette conclusion mérite d'être retenue; je montrerai, en effet, dans une prochaine Note, qu'elle s'applique à une Caridine en mutation évolutive (la *C. Richtersi* qui donne des *Ortmannia*) et vraisemblablement aussi aux espèces d'*Ortmannia* en mutation atyienne (*O. Alluaudi* et *Henshawi*).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe par catalyse des éthers benzoïques : préparation des éthers hexahydrobenzoïques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **M. Murat**.

La méthode générale d'hydrogénation directe en présence du nickel, que l'un de nous a établie avec la collaboration de M. Senderens et généralisée avec le concours de M. Mailhe, permet d'accomplir un très grand nombre de travaux variés. Mais, sans contredit, le plus important est l'hydrogénation directe du noyau aromatique, que les méthodes ordinaires d'hydrogénation par voie humide étaient généralement incapables de produire : les composés aromatiques fixent 6^{at} d'hydrogène et fournissent les composés cyclohexaniques correspondants. On a pu réaliser de la sorte l'hydrogénation du benzène et des hydrocarbures homologues (Sabatier et Senderens), du phénol et de ses homologues (Sabatier et Senderens, Brunel, Sabatier et Mailhe), des polyphénols (Sabatier et Mailhe), de l'aniline et des amines qui en dérivent par substitution (Sabatier et Senderens), de la benzylamine (Sabatier et Mailhe), des carbures polyphényliques (Eykmann, Godchot), etc. Mais la méthode paraissait impuissante à réaliser l'hydrogénation du noyau, précisément dans le cas où les méthodes anciennes réussissaient le mieux, c'est-à-dire dans le cas de l'acide benzoïque.

L'un de nous avait, avec M. Senderens, échoué dans les tentatives d'hydrogénation directe de ce dernier acide [1]. Le même échec avait été

[1] P. Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 360.

éprouvé pour l'hydrogénation directe des éthers benzoïques, bien que ces derniers eussent été préparés avec des précautions minutieuses, de manière à écarter les moindres traces de substances capables de nuire à l'activité du nickel (1).

La fonction acide de l'acide benzoïque ne paraissait pas pourtant *a priori*, devoir s'opposer à l'action positive du métal, puisque l'un de nous avait pu réaliser facilement par le nickel la fixation d'hydrogène sur plusieurs acides possédant une double liaison éthylénique, acide oléique, etc. (2), le métal n'éprouvant aucune altération permanente et pouvant continuer indéfiniment la catalyse.

Les hydrogénations faciles à réaliser par le nickel sont celles qui ont lieu rapidement et où l'on dispose, pour les produire, d'un large intervalle de température : c'est le cas de la fixation de l'hydrogène sur la double liaison éthylénique, de la réduction des composés nitrés, etc. Les hydrogénations difficiles sont celles où la réaction est lente et où elle n'a lieu que dans un intervalle très étroit de températures (3). C'est toujours plus ou moins le cas de l'hydrogénation du noyau aromatique, spécialement pour les diphénols ou le pyrogallol : la réaction, toujours lente, n'a lieu qu'au-dessus d'une certaine température, et au contraire, au delà d'une autre température pas très supérieure, elle est remplacée par la réaction inverse de déshydrogénation du produit.

Dans le cas de l'acide oléique ou crotonique, l'action hydrogénante du nickel chargé d'hydrogène (hydrure instable) sur la double liaison éthylénique s'exerce plus vite que l'action de l'acide sur le métal, qui se trouve, de la sorte, protégé par la fonction qu'il exerce.

Il n'en est plus de même avec l'acide benzoïque dont l'hydrogénation doit, d'après les analogies, être lente, et va moins vite que sa combinaison avec le métal en benzoate : ce dernier sel étant stable à la température où il faut opérer, la catalyse ne peut plus avoir lieu. Effectivement, nous avons vainement essayé de réaliser l'hydrogénation de l'acide benzoïque en entraînant ses vapeurs par un grand excès d'hydrogène sur un nickel très actif maintenu au-dessous de 200° : on observe, au début, une légère production de cyclohexane, et de très faibles doses d'acide hexahydrobenzoïque,

---

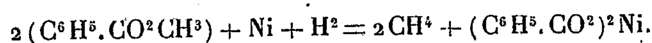
(1) P. SABATIER, *Confér. à la Soc. chim. allemande, Berlin*, mai 1911 (*Ber. chem. Ges.*, t. XLIV, p. 1993).

(2) P. SABATIER et MAILHE, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVI, 1909, p. 73.

(3) P. SABATIER, *Conf. à Berlin* (*Ber. chem. Ges.*, t. LXIV. p. 1997).

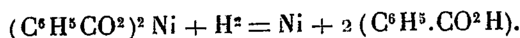
d'odeur butyrique facile à reconnaître; puis, après un temps très court, l'acide benzoïque passe, non modifié.

Mais le procédé d'hydrogénation d'Ipatieff, basé sur l'action de l'hydrogène vers 350° sous 150^{atm}, ayant pu aboutir à une fixation régulière d'hydrogène sur les benzoates alcalins, nous avons pensé que l'hydrogénation directe convenablement pratiquée devait aboutir, pour les éthers benzoïques. Quand on essaie d'hydrogéner à 210°-225°, le *benzoate de méthyle* qui bout à 200° sur un nickel soigneusement préparé et capable de transformer facilement le benzène en cyclohexane, on n'obtient que des résultats très mauvais : la fixation d'hydrogène qui paraît avoir lieu tout d'abord, ne tarde pas à s'arrêter, parce que le nickel s'est recouvert d'une mince couche de benzoate, formé selon l'équation



$$2(C^6H^5.CO^2CH^3) + Ni + H^2 = 2CH^4 + (C^6H^5.CO^2)^2Ni.$$

Le nickel a perdu toute aptitude à hydrogéner le benzène. Si on le calcine au-dessus de 400° dans le courant d'hydrogène, il se dégage beaucoup d'acide benzoïque, partiellement dédoublé en benzène et anhydride carbonique :



$$(C^6H^5CO^2)^2Ni + H^2 = Ni + 2(C^6H^5.CO^2H).$$

Le nickel ainsi régénéré est redevenu capable de produire le cyclohexane avec un bon rendement.

Hydrogénation des éthers benzoïques. — En opérant rigoureusement vers 180° avec un grand excès d'hydrogène, nous avons pu réaliser normalement la transformation du benzoate de méthyle en *hexahydrobenzoate de méthyle*, $C^6H^{11}.CO^2CH^3$, bouillant à 183°, qui peut être facilement séparé par rectification de l'éther benzoïque non modifié. C'est un liquide identique à celui qui avait été obtenu par Markownikow.

Le *benzoate d'éthyle* (qui bout à 212°) est facilement hydrogéné sur le nickel à 180°, avec un bon rendement et fournit l'*hexahydrobenzoate d'éthyle*, bouillant à 196°. Nous avons trouvé comme densité à 16° : 0,962, valeur identique à celle que l'on peut déduire par interpolations des densités mesurées à 4° et 20° par Markownikow. A 16°, $n_D = 1,452$. On en déduit pour le pouvoir réfringent $P_D = 43,7$ (calculé : 43,2).

De même le *benzoate d'isoamyle* (qui bout à 259°) fournit par hydrogénation à 200°-205°, avec un rendement d'au moins 80 pour 100, l'*hexahydrobenzoate d'isoamyle*, liquide d'odeur assez agréable, qui n'avait pas été décrit. Il bout à 247°. Sa densité à 13° est 0,934 : à la même température,

$n_D = 1,458$. On en déduit pour le pouvoir réfringent $P_D = 57,5$ (calculé : 57,0).

La saponification de ces éthers fournit l'*acide hexahydrobenzoïque*, ou *cyclohexane carbonique*, solide d'odeur butyrique très désagréable, qui fond à 31° et bout à 232°, et dont le sel de calcium, peu soluble dans l'eau froide, se présente en belles aiguilles faciles à caractériser.

Nous avons reconnu que les éthers toluiques peuvent donner lieu à une hydrogénation régulière de leur noyau aromatique. Nous aurons l'honneur de revenir sur ce sujet dans une prochaine Communication.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Georges Blanpain. *L'Astronomie à Rouen au XVIIIe siècle*. (Présenté par M. Bigourdan.)

ASTRONOMIE. — *Influence des divers procédés de mesures photométriques sur l'estimation des grandeurs stellaires*. Note de M. **Kyrille Popoff**, présentée par M. G. Bigourdan.

Dans une Note présentée il y a quelque temps à l'Académie des Sciences ([1]) nous avons montré que la luminosité de la région doit influencer l'estimation des grandeurs des étoiles, et qu'on peut invoquer cette influence pour l'explication de la différence de densité des étoiles obtenue par des procédés divers.

Soient :

a et a' les luminosités des deux régions considérées;
A et A' deux étoiles prises une dans chacune de ces régions;
α et α' les intensités lumineuses de A et A'.

On peut considérer trois manières de procéder :

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1210.

1° Le procédé photographique, où la luminosité de la région photographiée est insuffisante à elle seule pour influencer la plaque. Dans ce cas, la différence des grandeurs (m) sera donnée par la solution

$$(a+\alpha) = (a'+\alpha')\,2{,}512^{m}.$$

2° Le procédé direct. Pour distinguer l'étoile sur le fond lumineux il faut que son intensité lumineuse dépasse dans une certaine proportion $K(>1)$ la luminosité du fond, c'est-à-dire il faut $a > K\alpha$. Ce qu'on mesure dans ce cas, c'est l'excès $(a+\alpha) - K\alpha$. La différence des grandeurs (μ) sera donnée par la relation

$$[a+\alpha(1-K)] = [a'+\alpha'(1-K)]\,2{,}512^{\mu}.$$

3° Le procédé de Zöllner. Là, l'étoile est comparée à l'étoile artificielle obtenue par deux nicols. Pour que l'étoile paraisse, sur le fond lumineux, de même grandeur que l'étoile artificielle, il faut qu'elle nous envoie autant de lumière que cette étoile artificielle, qu'on mesure directement au moyen des nicols. C'est l'unique procédé indépendant de la luminosité du ciel. On a, dans ce cas, pour la différence des grandeurs (M)

$$a = a'\,2{,}512^{M}.$$

La comparaison du procédé photographique et du procédé direct donne la plus grande différence de densité. Supposons en effet $a > a'$. Nous aurons

$$\frac{a+\alpha}{a+\alpha(1-K)}\,\frac{a'+\alpha'(1-K)}{a'+\alpha'} = 2{,}512^{m-\mu}.$$

Si l'on pose pour l'étoile plus brillante $\frac{a+\alpha}{a+\alpha(1-K)} = 1$, on aura

$$m < \mu,$$

c'est-à-dire que sur la plaque photographique deux étoiles doivent montrer une différence de classe moindre et qui va diminuer avec la luminosité de la région explorée.

Nos formules donnent de même

$$\frac{a}{a+\alpha(1-K)}\,\frac{a'+\alpha(1-K)}{a'} = 2{,}512^{M-\mu},$$

c'est-à-dire $M < \mu$. La comparaison de *Potsdamer photometrische Durchmusterung* à *B. D.* justifie cette dernière conséquence de nos formules.

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Contribution à la géométrie des courbes convexes et de certaines courbes qui en dérivent.* Note de MM. **Ch. Jordan** et **R. Fiedler.**

Désignons, comme courbes du type II, les courbes qui admettent deux et seulement deux tangentes déterminées, réelles, parallèles à une droite donnée quelconque, et en plus le point de contact de ces tangentes étant bien déterminé.

Ces courbes sont nécessairement sans point d'inflexion. Les courbes convexes fermées, sans parties droites et sans points anguleux, sont de telles courbes. Le système de coordonnées le plus approprié pour leur étude est le suivant : on attribuera aux droites un certain sens positif, une droite sera donnée par rapport à un pôle et un axe polaire, si l'on donne l'angle α que la direction positive de l'axe polaire fait, dans le sens positif, avec celle de la droite, et la distance algébrique p de la droite aux pôles, où p sera prise comme positive, si le pôle est à gauche de la droite, et comme négative dans le cas contraire.

Pour que l'équation tangentielle polaire $p = p(\alpha)$ représente une courbe du type II, il faut que p soit une fonction uniforme et continue de α, que p et p' existent pour toutes les valeurs de α, et enfin que p soit une fonction périodique de α à période 2π. Dans ce système le rayon de courbure ρ de la courbe correspondant à une tangente donnée est $\rho = p + \frac{d^2p}{d\alpha^2}$; si $\rho > 0$, alors la courbe est dans le voisinage du point de contact correspondant à gauche de la tangente considérée et, dans le cas contraire, à droite. Si ρ s'annule pour une valeur de α en changeant de signe, la courbe passe d'un côté de la tangente à l'autre, et le point de contact sera un point de rebroussement de première espèce. Pour qu'une courbe II soit une *courbe convexe fermée*, il faut que ρ *conserve son signe* si α varie de 0 à 2π.

Les courbes du type II, dont tous les rayons de courbure sont finis, sont des courbes parallèles aux courbes convexes fermées.

Désignons par longueur algébrique L et par aire algébrique A d'une courbe II les valeurs données par les intégrales suivantes :

$$L = \int_0^{2\pi} \rho\, d\alpha = \int_0^{2\pi} p\, d\alpha; \qquad A = \int_0^{2\pi} \rho p\, d\alpha;$$

ces grandeurs sont indépendantes de la position du pôle et de celle de l'axe,

et elles deviennent, au cas où la courbe Π est convexe, égales au signe près à la longueur et à l'aire de la courbe. Les courbes Π, dont *la longueur algébrique est nulle*, sont les seules courbes Π dont les *développantes soient des courbes fermées*, et l'aire algébrique de ces courbes est toujours négative.

Appelons deux tangentes dont la direction diffère de π tangentes opposées et les points de contact correspondants points opposés, soit P la distance algébrique de deux tangentes opposées

$$P = p(\alpha) + p(\alpha + \pi),$$

la longueur algébrique est alors

$$L = \int_0^\pi P\, d\alpha;$$

appelons diamètre d'une courbe Π le segment de droite qui relie deux points opposés, à chaque point de la courbe ou à chaque tangente correspond un diamètre déterminé, ce dernier sera considéré comme dirigé vers la région gauche de la tangente correspondante; soit D la longueur algébrique du diamètre, D sera prise comme positive si la tangente opposée se trouve à gauche de la tangente considérée, et négative dans le cas contraire; soit τ l'angle que la direction positive de la tangente fait en sens positif avec celle du diamètre; alors on a $P = D \sin\tau$.

Portons d'un point M d'une courbe sur le diamètre en sens positif une longueur λD, c'est-à-dire proportionnelle à la longueur du diamètre; alors si M varie, le point N décrit une courbe Π, l'équation tangentielle de la courbe primitive étant $p = p(\alpha)$, celle de la courbe transformée sera

$$\bar{p} = p - \lambda P;$$

les tangentes aux points correspondants en M et N *sont parallèles*, les diamètres des deux courbes en M et N sont confondus, les angles τ ainsi que le barycentre de courbure de la courbe restent invariables par cette transformation. Les centres de courbure de la courbe transformée sont sur le diamètre correspondant de la développée de la courbe primitive.

La longueur algébrique de la courbe primitive étant L, celle de sa transformée sera

$$\bar{L} = (1 - 2\lambda) L.$$

Considérons le cas particulier remarquable où $\lambda = \frac{1}{2}$, alors la longueur algébrique de la courbe obtenue est nulle et, en plus, on a pour toutes les

valeurs de α, $\overline{P} \equiv 0$, c'est-à-dire la distance des tangentes opposées est nulle, elles sont confondues de même que leurs points de contact. Cette courbe est le lieu des milieux des diamètres, disons la *médiale* de la courbe considérée.

Désignons les courbes II satisfaisant à la condition $P \equiv 0$ comme courbes du type Π_0. Ce sont des courbes à qui, abstraction faite du sens, on peut mener une tangente réelle et une seule parallèle à une droite donnée; ces courbes ont un nombre impair de points de rebroussement. *Les courbes parallèles à ces courbes*, ainsi que leurs développantes, sont des *courbes* II *à diamètre constant.*

Soit $p = p(\alpha)$ l'équation d'une courbe II, alors l'équation de sa médiale sera

$$p_1 = \frac{1}{2}[p(\alpha) - p(\alpha + \pi)];$$

les points de rayon de courbure nul de la médiale sont situés sur la courbe enveloppe des diamètres de la courbe II correspondante.

Transformons la courbe II ci-dessus dans la courbe centrique suivante

$$p_2 = \frac{1}{2}[p(\alpha) + p(\alpha + \pi)].$$

A chaque courbe II correspond donc une *centrique* déterminée; *la longueur* algébrique de la *centrique* est égale à celle de la courbe primitive, *la distance* des tangentes opposées est la même pour ces deux courbes dans chaque direction; il en résulte que si les deux courbes sont convexes, elles présentent la même *largeur* dans le même sens; les diamètres correspondants à la direction α des tangentes sont, pour les deux courbes, égaux en longueur, et ils ont la même direction, l'angle τ n'est pas changé par la transformation; la développée de la *centrique* d'une courbe est la *centrique* de sa développée.

La courbe enveloppe des diamètres d'une courbe dont la centrique est convexe est une courbe du type Π_0. *L'aire algébrique d'une courbe* II *est la somme des aires algébriques de sa médiale et de sa* centrique.

On peut donc classer les courbes excentriques du type II en familles de courbes, admettant la même *centrique;* ces courbes ont donc la même *longueur* algébrique, et *la distance des tangentes* opposées correspondante à la direction α est la même pour toutes ces courbes; leur *aire* est généralement différente, et parmi cette famille de courbe, c'est la *centrique dont l'aire est maximum.* Deux courbes ayant la même centrique et la même

médiale, mais cette dernière étant orientée, dans les deux cas, différemment relative à la *centrique*, seront des courbes généralement différentes, mais elles auront la même aire et la même longueur algébriques.

Soient $p_1 = p_1(\alpha)$ l'équation tangentielle d'une courbe Π_0 et $p_2 = p_2(\alpha)$ l'équation d'une courbe Π centrique, rapportée à son centre comme pôle. Alors il n'y a qu'une seule courbe Π dont ces deux courbes données sont respectivement la courbe enveloppe des diamètres et la centrique ; de même il n'y a qu'une courbe dont la médiale et la centrique sont les deux courbes données; l'équation de cette courbe sera $p = p_1 + p_2$.

Comme exemple, considérons la famille des courbes dont la centrique est un cercle, $p_2 =$ const., ce sont des courbes à diamètres constants; les orbiformes d'Euler, les courbes ayant la même largeur de Puiseux et Barbier sont des courbes convexes à diamètres constants. Comme second exemple, mentionnons le folium simple, dont la médiale est une hypocycloïde à trois points de rebroussement, et la *centrique* la polaire réciproque de la radiale d'une ellipse.

On peut étendre ces considérations sans difficulté à l'espace à trois dimensions.

PHYSIQUE. — *Nouveaux corps présentant la biréfringence magnétique. Anisotropie moléculaire et atomique.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

Nous avons rendu compte de la biréfringence magnétique des liquides aromatiques en faisant l'hypothèse que les molécules de ces corps sont optiquement anisotropes et tendent d'autre part à s'orienter dans un champ magnétique. Cette hypothèse a été précisée et développée dans un travail théorique de Langevin ([1]). Dans une Note précédente ([2]) nous nous sommes occupés des relations du phénomène avec la constitution chimique : nous avons signalé que certains atomes ou groupements augmentent ou diminuent systématiquement la biréfringence spécifique de la benzine ou des corps analogues. Pour interpréter cette action, admettons que ces atomes ou ces groupements possèdent eux-mêmes une certaine anisotropie magnétique et optique : un groupement par exemple qui tend à la fois à

([1]) *Le Radium*, septembre 1910.
([2]) *Comptes rendus*, t. 154, 25 mars 1912, p. 818.

favoriser l'orientation de la molécule à laquelle il est attaché et à renforcer son anisotropie optique sera fortement *additif*. On peut ainsi rendre compte assez simplement d'un grand nombre de faits.

Ainsi on s'explique les résultats obtenus avec les composés aromatiques renfermant plusieurs groupements substitués identiques ; le noyau établit entre ces groupements des relations de position telles que non seulement leurs actions ne s'ajoutent pas quantitativement, mais peuvent se compenser plus ou moins. Considérons en particulier les couples d'orientation qui s'exercent séparément sur les divers groupements : ils se composent entre eux au lieu de s'ajouter ; ce sont des vecteurs et non des quantités scalaires. La comparaison des isomères de position pourra donc fournir des renseignements sur l'orientation relative des diverses parties de la molécule.

Si notre hypothèse est exacte, on peut s'attendre à observer la biréfringence magnétique lorsqu'on introduit dans une molécule de la série grasse un groupement ou un atome nettement additif ou soustractif. Nous avons donc, au moyen de notre grand électro-aimant Weiss, repris l'étude des liquides de cette série, tant de ceux qui avaient été étudiés seulement dans des champs faibles, que de composés nouveaux dont M. Pascal nous a envoyé des échantillons purs. Les résultats ont été d'accord avec nos prévisions. Tandis que les carbures saturés à chaîne linéaire paraissent demeurer encore inactifs, ainsi qu'un bon nombre de leurs dérivés, *d'autres dérivés présentent la biréfringence magnétique : ce sont précisément tous ceux renfermant les groupements qui, dans les corps aromatiques, s'étaient montrés les plus actifs*.

Citons seulement ici les dérivés qui contiennent — NO^2 ou —(CO)— qui sont *positifs* : nitrométhane ($b_s = +3,5$), tétranitrométhane ($b_s = +0,6$), chloropicrine ($b_s = +2$), acétone ($b_s = +2$); ceux qui renferment de l'iode, du brome, ou du chlore qui sont *négatifs* : diiodure de méthylène ($b_s = -3,7$), iodure de méthyle ($b_s = -1,3$), dibromure d'éthylène ($b_s = -3,3$), chloroforme ($b_s = -1,9$), etc.

Il est remarquable que dans tous les cas étudiés les groupements additifs introduits dans les corps gras ont donné des liquides à biréfringence positive, tandis que l'inverse a lieu pour les groupements soustractifs.

Les biréfringences spécifiques ainsi constatées sont très faibles ; les plus élevées sont en valeur absolue environ 25 fois moindres que celles de la nitrobenzine et restent encore bien en dessous de celles des liquides aromatiques les moins actifs [1]. Les angles lus au polarimètre n'ont été le plus souvent que de quelques minutes ; aussi avons-nous pris grand soin de vérifier (ce qu'on peut faire par divers procédés) que les

---

[1] Les valeurs de b_s trouvées pour le sulfure de carbone (—15,6) et pour l'isosulfocyanate d'éthyle (—8,4) font prévoir, pour des dérivés sulfurés non aromatiques, une biréfringence négative plus grande.

biréfringences observées n'étaient pas dues à ces poussières cristallines que renferment assez souvent des liquides réputés purs.

Guidés par la même hypothèse, nous nous sommes demandé si les atomes et les groupements très actifs donneraient encore la biréfringence magnétique à des molécules dépourvues de carbone. Le groupement NO^2 étant celui dont l'action spécifique est la plus marquée, nous avons étudié dans le champ, comme liquide non organique, l'*acide azotique* NO^3H. L'acide fumant du commerce (densité 1,49), placé dans un tube où la nitrobenzine donne une biréfringence de 281′, montre dans les mêmes conditions une biréfringence positive voisine de 7′. Cet acide est légèrement coloré en jaune par des vapeurs nitreuses (1), mais si on le décolore en faisant passer dans le liquide un courant de CO^2, ou en le distillant dans le vide en présence de SO^4H^2, on retrouve, en répétant les mesures, la même biréfringence à une fraction de minute près. La seule impureté étant de l'eau (corps inactif), cette faible biréfringence doit bien être attribuée à NO^3H lui-même, et ici encore notre hypothèse s'est trouvée vérifiée.

Il peut être intéressant de noter que ce sont des angles aussi petits que nous mesurions au début de nos recherches, faites avec un petit électro-aimant, pour beaucoup de liquides aromatiques dont la biréfringence est aujourd'hui connue à moins de 2 pour 100. On voit par là l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir disposer d'un électro-aimant plus puissant encore. Les faits que nous apportons indiquent que ces recherches magnéto-optiques pourraient alors sans doute être étendues à un très grand nombre de corps organiques ou minéraux. Elles fourniraient, dans des cas plus nombreux, des données nouvelles non seulement sur les molécules, mais aussi sur les groupements qu'elles renferment et sur les atomes eux-mêmes. Dans le cas des composés renfermant du carbone, un autre procédé physique, la recherche du pouvoir rotatoire, permet de savoir si les molécules possèdent ou non un plan de symétrie. Les biréfringences électrique et magnétique indiquent autre chose : elles révèlent l'existence et l'importance de droites privilégiées ; elles renseignent, en d'autres termes, sur l'anisotropie moléculaire. Comme d'autre part on peut, dans une molécule, introduire à la même place des atomes variés, qui transportent avec eux quelques propriétés spécifiques, on sera aussi renseigné, dans une certaine mesure, sur

(1) NO^2 à l'état gazeux possède des propriétés magnéto-optiques remarquables ; mais son étude est compliquée par la présence des nombreuses raies d'absorption. Le liquide N^2O^4 ne peut être étudié qu'à basse température.

l'anisotropie de ces atomes dont nous connaissons la masse, mais dont la structure nous échappe encore presque complètement.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les singularités de certaines vérifications en Chimie physique.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Amagat.

Je voudrais essayer de répondre aux objections formulées par M. Langevin (ce Volume, p. 594).

I. D'abord ce n'est pas moi, mais Van 't Hoff qui invoque *sans restriction* les expériences de Cundall à l'appui de son hypothèse (*Chim. phys.*, p. 111). M. Langevin, en supprimant la moitié du Tableau qui renferme l'écart de 147 à 98, arrive à des nombres plus satisfaisants. J'avoue que cette suppression améliore la vérification, sinon les expériences. D'ailleurs, la loi des actions de masse a toujours été vérifiée par l'expérience, même sur des liquides (éthérification), même dans ses contradictions.

Par exemple, dans l'équilibre à 440° du gaz iodhydrique dissocié, cette loi conduit à considérer comme *rigoureusement constant* le rapport de l'hydrogène libre à l'hydrogène total. Au contraire, les expériences de M. Lemoine accusent une variation de 0,24 à 0,29 dans le degré de dissociation à mesure que la pression baisse. Or les auteurs de la loi, Guldberg et Waage, montrent que ces expériences contradictoires sont néanmoins justifiées par le calcul. Voici leurs chiffres extraits, non de leur Note de 1867, mais de leur Mémoire fondamental de 1879 (*Journ. für prakt. Chemie*, p. 69), publié après celui de M. Lemoine :

Pressions en atmosphères.	Degré de dissociation observé.	Degré de dissociation trouvé.
4,5	0,24	0,242
2,3	0,255	0,246
1,0	0,26	0,252
0,5	0,25	0,264
0,2	0,29	0,300

Cette déplorable vérification a contribué à faire admettre l'excellence de la loi, puis elle a été oubliée.

II. Loin que « le principe de l'équipartition, fondamental en Cinétique, s'applique indifféremment aux molécules gazeuses et aux particules dis-

soutes, jusqu'aux énormes parcelles étudiées par M. Perrin », il est en désacord avec l'expérience. Celles de Pfeffer sur le sucre sont variables. Celles de Morse et Frazer, faites avec des parois rigoureusement semiperméables jusqu'à 20 atmosphères, n'ont pas résisté à la critique, l'emploi d'une meilleure méthode ayant donné à Lord Berkeley et à Hartley des pressions osmotiques beaucoup plus fortes que celles de Morse et Frazer; de plus l'influence de la température, si sensible dans tous ces phénomènes, est restée à peu près nulle entre 3° et 24°. Déjà Ponsot avait conclu de ses observations que PV n'est pas proportionnel à T.

Contrairement à l'avis de M. Langevin, les expériences de M. Perrin ne paraissent pas, *dans leur ensemble*, vérifier le principe de l'équipartition. En 1908 (*Comptes rendus*, t. 146, p. 170) M. Perrin ayant centrifugé une solution de gomme-gutte, sépara en quelques jours des granules ultramicroscopiques d'un rayon moyen $0^{\mu},12$. « C'étaient, disait-il, de véritables molécules visibles d'un gaz parfait.... dont le nombre N par molécule-gramme était le même que celui de ces gaz, et dont chaque granule avait une énergie cinétique moyenne égale à celle d'une molécule. »

Pour avoir des granules encore plus réguliers, M. Perrin prolongea les centrifugations pendant 4 mois (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1380). Il obtint alors « des granules suffisamment égaux, de rayon $0^{\mu},366$ ». Si, après tant d'éliminations successives et prolongées, le nombre N des granules par molécule-gramme de gomme-gutte n'a vraiment pas changé, si leur grosseur seule a augmenté, il y a une contradiction manifeste entre l'expérience de 1908 et celle de 1911.

En effet, la centrifugation éliminant les parcelles les plus grosses (c'est-à-dire les plus lourdes); d'autre part, une molécule-gramme fournissant plus de particules légères que de particules lourdes, le nombre N de granules aurait dû changer après centrifugation, à moins que l'eau n'agisse d'une façon spéciale sur la gomme-gutte. . . . .

III. M. Langevin estime que « l'on ne peut comparer la chaleur latente de vaporisation et la chaleur de dissolution ». C'est mon avis; et c'est pourquoi je conclus que le solvant n'est pas un espace où le corps dissous affecte l'état moléculaire défini par l'hypothèse d'Avogadro, car alors le principe de l'état initial et de l'état final, énoncé par Berthelot, serait en défaut. Ce principe vaut au moins le principe de l'équipartition, puisqu'il est, comme Sarrau l'a prouvé, la traduction rigoureuse du principe de l'équivalence mécanique de la chaleur. Or il exige qu'un corps initialement

liquide, passant à l'état final de molécules chimiques sous le volume V et à une température T, dégage une quantité de chaleur indépendante des états intermédiaires. Comme l'expérience démontre qu'il en est tout autrement, M. Langevin en convient, l'hypothèse de Van 't Hoff est inadmissible.

J'en ai déjà dit autant, et pour le même motif, de l'hypothèse des ions. Le simple dédoublement de la molécule $MgCl^2 = 95^g$ en $Mg + 2Cl$, s'il se faisait au sein de l'eau, absorberait assez de chaleur pour congeler une solution à 5 pour 100. Au contraire, la dissolution de $MgCl^2$ dégage 36000^{cal}, d'après les déterminations directes.

Tels sont les motifs qui ne me permettent pas de croire aux théories préconisées par M. Langevin.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les Microsphæra des Chênes et les périthèces du blanc du Chêne.* Note de MM. **Ed. Griffon** et **A. Maublanc**, présentée par M. Prillieux.

Les observations faites jusqu'à la fin de l'année précédente sur la biologie et la morphologie du champignon du blanc du Chêne, la découverte récente de la forme parfaite *Microsphæra* et l'interprétation qu'on en a donnée, l'idée qu'on se fait de l'espèce *Alni*, nous ont démontré l'utilité qu'il y aurait pour la discussion à s'entendre sur la valeur systématique des diverses formes de *Microsphæra* rencontrées sur *Quercus* dans le monde entier. La question n'est pas en effet aussi simple qu'on se l'imagine de prime abord; l'étude des matériaux de l'Ancien et du Nouveau Mondes que nous avons pu réunir nous a convaincus qu'elle était au contraire très complexe, et ce sont les résultats de cette étude que nous nous proposons de faire connaître ici. Ils permettront sans doute à chacun de reviser et de préciser ses idées sur la valeur des différentes formes qui ont été signalées et d'être mieux à même de prendre parti dans la question de l'origine et de l'identité du champignon qui, depuis quelques années, a envahi l'Europe d'une façon si insolite et a exercé çà et là de sérieux ravages.

I. *Les Microsphæra américains des Chênes.* — Aux États-Unis, les Chênes sont envahis par les formes suivantes de *Microsphæra*, décrites au cours du siècle dernier par Schweinitz (1834), Cooke et Peck (1872), Peck (1876) et Atkinson (1891):

1° *Microsphæra densissima* (Schw.) Cooke et Peck (1872).

Syn.: *Erysiphe densissima* Schw.

2° *Microsphæra abbreviata* Peck (1876).

Syn.: *Erysiphe quercina* Schw.

Microsphæra quercina (Schw.) Burr. pro parte.
M. quercina var. *abbreviata* Atk.

3° *Microsphæra extensa* Cooke et Peck (1872).
Syn. : *Microsphæra quercina* var. *extensa* Atk.

4° *Microsphæra calocladophora* Atk. (1891).
Syn. : *M. densissima* Ell. et Mart. (non Cooke et Peck).

Ces formes ont été considérées, suivant les auteurs, soit comme de bonnes espèces (Cooke et Peck), soit comme des variétés d'une même espèce très polymorphe, ainsi que l'a proposé Burrill (1887) qui les réunissait toutes (sauf *M. calocladophora* non encore décrit à cette époque) sous le nom de *Microsphæra quercina*.

Salmon, dans sa Monographie des Erysiphées (1900), adopte la manière de voir suivante :

1° Le *Microsphæra densissima* (Schw.) n'est qu'une variation sans importance du *M. abbreviata* ; c'est là aussi notre opinion et nous ne reviendrons plus sur cette forme.

2° Le *M. abbreviata* est identique au *M. Alni*.

3° Les *M. extensa* et *calocladophora* sont des variétés du *M. Alni*.

L'étude des *Microsphæra* américains des Chênes, que nous avons pu poursuivre grâce à l'Herbier cryptogamique du Dr Lesourd (conservé à l'Institut agronomique) et à de nombreux échantillons communiqués par la Division de Pathologie végétale du Département de l'Agriculture des États-Unis, nous a conduits aux conclusions suivantes :

1° Le *Microsphæra abbreviata* Peck est une bonne espèce, voisine du *M. Alni*, mais bien distincte par ses périthèces plus volumineux, ses ascospores plus grosses et aussi par le mode de ramification des fulcres : ceux-ci ont, en effet, dans le champignon de l'Aune des rameaux qui, au moins en apparence, semblent divisés dichotomiquement, tandis que, chez *M. abbreviata*, il s'agit de la superposition de rameaux enroulés en crosses ;

2° Le *M. extensa* nous paraît devoir constituer une espèce distincte de la précédente par ses périthèces toujours épiphylles un peu plus gros et par ses fulcres allongés et flexueux ;

3° Le *M. calocladophora* Atk., qui ne diffère du *M. abbreviata* que par l'unique caractère de la ramification des fulcres, doit, à notre avis, être rattaché à cette dernière espèce.

En somme, aux États-Unis, on peut distinguer sur les Chênes deux espèces distinctes : *M. abbreviata* Peck, avec la variété *calocladophora* (Atk.), et *M. extensa* Cooke et Peck.

II. *Les Microsphæra européens des Chênes.* — En Europe, des périthèces de *Microsphæra* n'ont que très rarement été observés sur les Chênes et, jusqu'à la récente découverte de M. Arnaud, on ne pouvait citer que deux cas authentiques d'Érysiphées de ce genre récoltées sur *Quercus* :

Dans le premier de ces cas, ce sont des périthèces trouvés aux environs de Genève (1899) par M. Mayor et rapportés par lui au *Microsphæra Alni;* d'après des échantillons et des dessins communiqués par M. Mayor, cette manière de voir est très vraisemblable, mais nous ne pouvons affirmer l'identité absolue de l'Érysiphée des Chênes suisses avec celle de l'Aune, car les asques de la première n'étaient pas à maturité.

Dans le second cas, passé inaperçu jusqu'à ce jour, il s'agit de périthèces rencontrées par Passerini (1875) au Jardin botanique de Parme et distribués dans les *Fungi Europæi* de Rabenhorst (n° 2032); sous le nom de *Calocladia penicillata forma Quercus*. Ce champignon est très remarquable par ses périthèces assez gros, portant de 12 à 20 fulcres à ramifications très grêles et étirées, quoique analogues comme disposition à celles du *M. abbreviata;* les asques et les ascospores ressemblent, par contre, à ceux du *Microsphæra Alni*. Peut-être est-ce là une espèce distincte; en tout cas, on ne peut l'identifier ni avec le champignon de l'Aune, ni avec les *Microsphæra* américains.

Enfin, dans une Note communiquée à la séance du 15 janvier 1912 de l'Académie des Sciences, MM. Arnaud et Foëx annonçaient la découverte dans le Gard des périthèces du blanc du Chêne et en donnaient une description très exacte sur laquelle nous ne reviendrons pas; disons seulement que les fulcres présentent une ramification dichotomique comme ceux du *M. Alni*, mais à rameaux bifurqués à angles plus aigus.

Les caractères de ce *Microsphæra*, que nous avons pu étudier grâce à l'obligeance de MM. Arnaud et Foex, ne permettent pas, selon nous, de le rapporter à l'une quelconque des espèces décrites sur les Chênes, ni au *M. Alni* de l'Aune. Ce champignon diffère en effet :

1° De *M. Alni* par ses périthèces plus gros, à fulcres très nombreux, et par ses ascospores plus grandes;

2° De *M. abbreviata* par le nombre et la ramification d'apparence dichotomique de ses fulcres;

3° De *M. extensa* par ses fulcres beaucoup plus nombreux et courts;

4° Du *M.* de Passerini par la ramification de ses fulcres et par ses ascospores plus grosses.

Si l'on ajoute à cela les caractères tirés de l'aspect extérieur, du mode de développement, et aussi, quoi qu'on dise, de la forme conidienne, caractères sur lesquels nous avons longuement insisté ailleurs, on trouvera naturel d'admettre pour le moment les conclusions suivantes :

1° Les *Microsphæra* américains des Chênes constituent deux espèces : *M. abbreviata* Peck et *extensa* Cooke et Peck, toutes deux distinctes du *M. Alni;*

2° Ces *Microsphæra* ne paraissent pas avoir été observés jusqu'ici en Europe; les rares échantillons trouvés dans nos régions jusqu'à la fin de 1911 se rattachent soit très probablement au *M. Alni* (échantillon de Mayor, dont la forme conidienne ressemble beaucoup à l'*Oidium quercinum* Thümen), soit à une espèce qui est peut-être différente (échantillon de Passerini);

3° Le *Microsphæra* du blanc du Chêne ne semble donc pouvoir être identifié ni avec les espèces américaines, comme le pensent MM. Arnaud et Foex, ni avec les formes rencontrées jusqu'ici en Europe; il paraît constituer une espèce nouvelle, d'origine inconnue, très probablement importée, pour laquelle nous proposons le nom de *Microsphæra alphitoides* Griff. et Maubl.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur deux combinaisons que forment l'iode et la tyrosine obtenue par l'hydrolyse trypsique des matières albuminoïdes.* Note de M. **Paul Macquaire**, transmise par M. Armand Gautier.

Dans une Note précédente [1], j'ai signalé l'existence d'un corps iodé défini, produit par l'action de l'iode sur les peptones d'origine trypsique; l'analyse de ce produit m'a montré que j'étais en présence d'une tyrosine diiodée. Depuis, j'ai préparé et purifié une quantité suffisante de tyrosine de même origine, qui, combinée à l'iode, m'a directement donné un corps parfaitement cristallisé, fondant à 197°, soluble dans l'eau distillée chaude, cristallisant par refroidissement en belles aiguilles blanches, et qui m'a donné, à l'analyse, les chiffres suivants :

C	25,82
H	2,83
Az	3,39
I	57,01
O	10,95
	100,00

A l'incinération ce produit n'a pas laissé de cendres.

Ces chiffres, comparés à ceux obtenus précédemment, pour le corps iodé retiré directement des peptones iodées, soit :

C	26,97
H	2,79
Az	3,42
I	55,45
O	11,37
	100,00

me permettent d'identifier ces deux corps, comme je l'avais prévu, et

[1] Paul Macquaire, *Comptes rendus*, t. 153, p. 1084 (séance du 27 novembre 1911).

d'attribuer à la tyrosine le rôle d'agent fixateur de l'iode dans la préparation des peptones iodées d'origine trypsique.

Au cours de la purification par cristallisations répétées de la diiodotyrosine provenant de la tyrosine pure, j'ai constamment obtenu, par l'action de l'eau bouillante, un produit amorphe, plus foncé en couleur, insoluble dans l'eau bouillante et contenant 45,36 pour 100 d'iode. Ce corps iodé épuisé à l'eau bouillante ne perd pas d'iode, il paraît provenir de la transformation de la tyrosine diiodée en un corps moins iodé que je me propose d'étudier ultérieurement.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence d'un excès de chlorure de sodium sur la nutrition et sur l'élimination rénale.* Note de **A. Desgrez** et Mlle **Bl. Guende**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que la qualité de l'élaboration de la matière azotée peut être évaluée assez simplement par la détermination proposée par M. Ch. Bouchard de la molécule élaborée moyenne. Or, la grandeur de cette molécule augmente sous l'influence d'un excès de chlorure de sodium alimentaire [1]. Si, par exemple, un sujet ingère quotidiennement 16^g de chlorure de sodium au lieu de 10^g, sa molécule s'élève en quelques jours de 78 à 87. On a montré que cette modification ne semble pas due à la formation dans l'économie de molécules doubles résultant de la combinaison du sel avec des substances organiques. On peut alors supposer qu'un excès de chlorure de sodium ralentit l'élaboration de la matière azotée, ce qui oblige le rein à éliminer de plus grosses molécules, ou bien encore favorise, dans le cas d'une élaboration normale, le départ des grosses molécules.

Pour décider entre ces hypothèses, nous avons institué les expériences suivantes effectuées sur deux chiens frères, de même âge.

Ces animaux étant soumis à un régime composé de viande et de pain, nous avons fait varier progressivement la quantité de sel ingéré de 5^g à 10^g, 13^g puis 15^g par 24 heures. Dans les deux premières expériences, les chiens recevaient de l'eau à discrétion ; dans la troisième, afin de limiter l'influence éventuelle d'un excès d'eau, on n'en a plus mis qu'une quantité déterminée, soit 600$^{cm^3}$ à la disposition de chaque animal. On a fait quatre expériences, qui ont duré 20 jours chacune. Nous donnons les résultats moyens fournis

(1) A. Desgrez et F. Caius, *Comptes rendus Soc. de Biol.*, t. LXXI, p. 404.

par les analyses effectuées tous les deux jours pendant 12 jours pour chaque observation.

I. — Expériences avec eau a discrétion.

(Les éliminations sont rapportées au kilogramme d'animal.)

Premier chien (poids moyen 5^{kg}).

Proportion de sel ajoutée à la ration.	Na Cl.	N^t.	N^u.	$\frac{N^u}{N^t}$.	Urée.	Acide urique.	Acide phosphor.
5^g........	$0^g,906$	$0^g,558$	$0^g,468$	$0^g,84$	$1^g,047$	$0^g,018$	$0^g,064$
10^g à 15^g..	1,40	0,740	0,626	0,83	1,358	0,021	0,106

Deuxième chien (poids moyen $6^{kg},200$).

Proportion de sel ajoutée à la ration.	Na Cl.	N^t.	N^u.	$\frac{N^u}{N^t}$.	Urée.	Acide urique.	Acide phosphor.
5^g........	0,993	0,637	0,539	0,84	1,134	0,012	0,045
10^g à 15^g..	1,83	0,757	0,627	0,82	1,342	0,019	0,082

II. — Expériences avec eau limitée (600^{cm^3} par animal).

Premier chien (poids moyen $5^{kg},650$).

Proportion de sel ajoutée à la ration.	Na Cl.	N^t.	N^u.	$\frac{N^u}{N^t}$.	Urée.	Acide urique.	Acide phosphor.
5^g........	0,64	0,76	0,645	0,85	1,38	0,048	0,056
10^g à 15^g..	0,98	0,71	0,60	0,84	1,30	0,030	0,051

Deuxième chien (poids moyen $7^{kg},250$).

Proportion de sel ajoutée à la ration.	Na Cl.	N^t.	N^u.	$\frac{N^u}{N^t}$.	Urée.	Acide urique.	Acide phosphor.
5^g........	0,90	0,830	0,70	0,84	1,51	0,032	0,055
10^g à 15^g..	1,05	0,646	0,533	0,82	1,14	0,038	0,059

Si l'on applique la méthode de Claude et Balthazard à la mesure de la diurèse des molécules élaborées, on trouve que le nombre de ces molécules augmente, par kilogramme d'animal, de $\frac{1}{5}$ environ, sous l'influence d'un excès de chlorure de sodium accompagné d'un excès d'eau. Au contraire, dans la seconde série d'expériences, lorsque les animaux reçoivent l'excès de chlorure de sodium sans excès d'eau de boisson, l'élimination des molécules organiques passe, pour le premier chien, de 839 à 808 et, pour le second, de 736 à 693, ces nombres étant rapportés à une diurèse totale de 1000 molécules.

Conclusions. — L'excès de chlorure de sodium ajouté sans excès d'eau à l'alimentation diminue la qualité et la quantité de l'élaboration azotée. Si l'excès de sel est accompagné d'un excès d'eau, l'élaboration est augmentée comme quantité, mais toujours amoindrie dans sa qualité.

Il semble donc bien que, dans tous les cas, un excès de chlorure de sodium diminue la qualité des processus de désassimilation.

Au point de vue rénal, si le sel seul est en excès, il diminue le nombre des molécules élaborées qui s'éliminent. Ce nombre augmente, au contraire, sous l'influence d'un excès d'eau ajoutée à l'excès de chlorure de sodium.

Il semble donc bien que le sel en excès, qui ralentit l'élaboration et l'élimination, favorise les auto-intoxications. On s'explique ainsi les constatations qui ont été faites de l'accroissement de la molécule élaborée moyenne sous l'influence du chlorure de sodium en excès.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le manganèse normal du sang.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **F. Medigreceanu**, présentée par M. Roux.

La question de l'existence normale du manganèse dans le sang de l'homme et des animaux supérieurs a donné lieu, en raison de son importance physiologique et médicale, à de nombreuses recherches. Les résultats obtenus ont été aussi discordants que possible.

Tandis que certains expérimentateurs, comme Millon, avaient cru reconnaître jusqu'à 100^{mg} et 200^{mg} de manganèse par litre de sang (¹), d'autres, comme Glénard, en ont nié formellement la présence (²). Pétrequin et Burin-Dubuisson, ayant examiné comparativement le sang de plusieurs individus, ont indiqué des teneurs variables avec l'état de santé : tandis que 1^l de sang normal renfermerait, d'après eux, 43^{mg} de manganèse, il y en aurait 51 dans celui d'un homme pléthorique et seulement 18 dans celui d'une femme atteinte de chlorose (³). Enfin, Riche, à la suite d'une étude importante et restée classique, a admis l'existence du manganèse dans le sang de l'homme et de quatre mammifères qu'il a examinés, mais en proportions très petites, comprises entre $0^{mg},5$ et 2^{mg} par litre (⁴).

Ayant eu à nous occuper de la question, nous avons reconnu que les expériences de Riche, malgré le soin avec lequel elles avaient été faites, n'étaient pas à l'abri de toutes critiques. Elles ont, d'ailleurs, conduit à ce résultat étrange et vraisemblablement dû à une erreur systématique, que la

(¹) *Comptes rendus*, t. 26, 1848, p. 41.
(²) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 3ᵉ série, t. XXVI, 1854, p. 184.
(³) *Ibid.*, t. XXI, 1852, p. 469.
(⁴) *Ibid.*, 4ᵉ série, t. XXVII, 1878, p. 538.

quantité relative de manganèse trouvée dans un même sang variait en raison inverse du volume de liquide sur lequel avait lieu la détermination.

Nos expériences ont porté sur neuf espèces de sang, d'après une technique publiée par l'un de nous, pour la recherche et le dosage du manganèse dans les matières organiques (¹).

L'échantillon de sang, recueilli directement au sortir de la veine dans un flacon nettoyé avec soin, a été évaporé à sec, puis calciné à la température la plus basse possible d'un four à moufle, dans une capsule de platine. Les cendres ont été sulfatées et calcinées de nouveau pour détruire les dernières traces de charbon. On les a reprises ensuite par l'acide chlorhydrique pour dissoudre le sexquioxyde de manganèse; enfin on a évaporé une dernière fois avec un peu d'acide sulfurique et, cela, jusqu'à production de fumées blanches, afin de chasser l'acide chlorhydrique. Le résidu a été dissous dans l'acide nitrique à 25 pour 100, additionné de phosphate dipotassique (²) et soumis à l'oxydation par le persulfate de potassium, en présence de nitrate d'argent comme catalyseur.

En opérant de manière que la solution des cendres d'environ 100^g de sang occupe un volume de 10$^{cm^3}$ au moment de l'oxydation, le manganèse se transforme aisément en acide permanganique; on peut le reconnaître et le doser, colorimétriquement, à partir de 2 millièmes de milligramme.

Lorsque la solution est notablement plus concentrée, la réaction devient moins sensible. Cela est vrai aussi quand on produit l'oxydation par le courant électrique, suivant les indications de Riche. Ajoutons à ce sujet que la méthode employée par nous est, d'après nos expériences comparatives, dix fois plus sensible environ que la méthode électrolytique.

Voici les résultats que nous avons obtenus en opérant sur des sangs entiers, globules et plasma réunis :

Origine du sang.	Poids du sang analysé.	Poids de manganèse trouvé en milligrammes: dans l'échantillon.	dans 1^l de sang.
		mg	mg
Homme........ (mélange de plusieurs sangs).	50^g	0,000 c'est-à-dire < 0,002	0,00 c'est-à-dire < 0,02
	73		
	100	0,002	0,02
Mouton........	100	0,006	0,06
Cheval.........	80	0,002	0,02
	100	0,002	0,02

(¹) G. Bertrand, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 361.

(²) G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 383.

Origine du sang.	Poids du sang analysé.	Poids de manganèse trouvé en milligrammes dans l'échantillon.	dans 1l de sang.
	g	mg	mg
Bœuf	100 100	0,000 c'est-à-dire < 0,002	0,00 c'est-à-dire < 0,02
Porc	100	0,002	0,02
	100	< 0,002	< 0,02
Lapin	40	»	»
	63	»	»
	89	»	»
	100	»	»
Phoque	50	»	»
Poule	30	»	»
Canard	63	»	»

Afin de savoir comment le manganèse est réparti entre les globules et le plasma, nous avons centrifugé très fortement du sang de mouton, puis nous avons examiné séparément le plasma et les globules, ceux-ci après quatre lavages à l'aide d'une solution de NaCl pur à 9g par litre. Nous avons trouvé :

Dans le plasma (expérience *a*)	mg 0,05	Mn par litre
» (expérience *b*)	0,06	»
Dans les globules (expérience *a*)	0,02	»
» (expérience *b*)	0,02	»

Enfin nous avons recherché le manganèse dans l'hémoglobine du sang de cheval, purifiée par quatre cristallisations. 1g de cette hémoglobine ne nous a pas donné trace de manganèse dans des conditions expérimentales où nous aurions pu en déceler 0mg,001.

S'il est, en résumé, possible de trouver du manganèse dans le sang de l'homme et des animaux supérieurs, c'est en proportions beaucoup plus petites qu'on l'admet parfois aujourd'hui. Il n'y a guère, en effet, que quelques centièmes de milligramme de manganèse par litre de sang contenus surtout dans le plasma. L'hémoglobine en est dépourvue.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de l'émulsine sur la salicine en milieu alcoolique.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans une Note antérieure (¹), nous avons montré que l'alcool n'empêche pas l'émulsine d'agir sur la gentiopicrine et que ce glucoside est encore hydrolysé, quoique en faibles proportions, dans de l'alcool à 95^c. Ce fait étant en désaccord avec l'opinion généralement adoptée, concernant l'*action paralysante* de l'alcool sur l'émulsine, nous ajoutions qu'il pourrait en être de même pour les autres glucosides hydrolysables par le ferment.

Les expériences rapportées ci-dessous viennent à l'appui de cette hypothèse, puisqu'elles établissent que la salicine, de même que la gentiopicrine, est hydrolysée par l'émulsine dans des liquides fortement alcooliques.

On a préparé, avec de l'alcool à 40^c, 50^c, 60^c, 80^c, 85^c et 90^c, des solutions renfermant, pour 100$^{cm^3}$, 1^g de salicine, et l'on a ajouté, à 100$^{cm^3}$ de chacune des solutions, 0^g,20 d'émulsine en poudre (²). On a abandonné ensuite les mélanges à la température du laboratoire (+ 17° à + 18°).

L'action du ferment sur le glucoside a été mesurée d'après les changements optiques, ainsi que nous l'avions fait dans nos recherches avec la gentiopicrine. Mais, tandis que le pouvoir rotatoire de la gentiopicrine ne change pas, quel que soit le degré alcoolique du liquide employé à sa détermination, celui de la salicine varie avec sa teneur en alcool.

C'est ainsi qu'on a trouvé, pour le pouvoir rotatoire de la salicine en solution dans l'eau, dans l'alcool à 40^c et dans l'alcool à 85^c, les valeurs suivantes (T = + 17°) :

1° Eau distillée..........	$\alpha_D = -65°,15$
2° Alcool à 40^c..........	$\alpha_D = -53°,14$
3° Alcool à 85^c..........	$\alpha_D = -49°,82$

(¹) *Action de l'émulsine sur la gentiopicrine en milieu alcoolique* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. IV, 1911, p. 385).

(²) L'émulsine employée dans ces essais provenait d'une même préparation : les résultats obtenus sont donc comparables. Mais cette émulsine n'étant pas la même que celle qui a servi dans nos expériences avec la gentiopicrine, on ne peut, du moins d'une façon absolue, leur comparer les résultats de ces dernières.

Le pouvoir rotatoire de la salicine diminue donc à mesure que le titre alcoolique de la solution augmente, et il y a lieu de tenir compte de cette diminution dans l'interprétation des changements optiques observés.

Dans le Tableau suivant sont rassemblés les résultats des examens polarimétriques effectués successivement :

$l = 2$.	Alcool à 40°.	à 50°.	à 60°.	à 80°.	à 85°.	à 90°.	à 95° (¹).
Déviation initiale...	−1°.2′	−1°.2′	−1°.2′	−58′	−58′	−58′	−28′
Déviation après une action de 2 jours....	− 12	− 20	− 22	−40	−44	−50	−28
6 jours....	+ 12	± 0	− 4	−18	−32	−48	»
10 jours....	+ 16	+ 4	± 0	−12	−28	−44	»
15 jours....	+ 16	+ 10	+ 4	− 6	−20	−36	−28
20 jours....	»	+ 14	+ 4	− 6	−18	−34	»
34 jours....	»	»	»	»	−16	−28	»
40 jours....	»	»	»	»	−14	−26	»
48 jours....	»	»	»	»	−14	−22	»
53 jours....	»	»	»	»	»	−22	»

De ces résultats il ressort très nettement, comme nous l'avons dit plus haut, que l'action de l'émulsine sur la salicine n'est pas arrêtée par de fortes proportions d'alcool.

Dans l'alcool à 95°, seul, il n'y a pas eu d'hydrolyse. Dans le même dissolvant, la gentiopicrine avait subi une hydrolyse légère (6 à 7 pour 100).

Dans l'alcool à 90°, l'émulsine a agi, mais lentement : son action s'est prolongée pendant environ 48 jours et il y a eu 37 pour 100 du glucoside dédoublé.

Dans l'alcool à 85°, l'action a duré près de 40 jours et le ferment a hydrolysé 45 pour 100 de la salicine.

Avec les autres solutions, de moins en moins riches en alcool, l'action du ferment s'est arrêtée avant le 15ᵉ jour, la proportion de glucoside hydrolysée étant de plus en plus élevée, respectivement : 53,6; 67,3; 75,2; 77,2 pour 100, avec les alcools à 80°, 60°, 50° et 40°.

Un essai a été fait également, et dans les mêmes conditions que ci-dessus, sur une solution aqueuse de salicine (salicine, 1^g; eau, quantité suffisante pour 100^{cm^3}; émulsine, $0^g,20$).

(¹) La salicine, à 17°-18°, n'étant pas soluble à 1 pour 100 dans l'alcool à 95°, on a opéré sur une solution saturée à la température du laboratoire.

Avant l'action du ferment, cette solution accusait, au tube de $0^m,2$, une rotation de $-1°18'$. L'hydrolyse s'est arrêtée le 6e jour, alors que la rotation était devenue $+33'$ au lieu de $+39'$ qu'elle aurait dû être si l'hydrolyse avait été complète. La proportion de salicine hydrolysée s'élevait à 94,87 pour 100.

Ainsi, même en solution aqueuse, et cela est connu depuis longtemps, l'émulsine ne détermine pas l'hydrolyse totale de la salicine. On arrive à une sorte d'état d'équilibre qui ne peut être dépassé. Nos expériences montrent que cet état d'équilibre peut différer considérablement suivant le milieu et qu'en présence d'alcool il est atteint pour des quantités d'autant plus faibles de glucoside hydrolysé que l'alcool est plus concentré.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 AVRIL 1912.

L'Astronomie à Rouen au XVIIIe siècle, par GEORGES BLANPAIN. Rouen, imp. Léon Gy, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan.)

L'éclipse de Soleil du 17 *avril* 1912, par A. DE LA BAUME PLUVINEL; et *Questionnaire à l'usage des observateurs de la prochaine éclipse de Soleil*, par F. QUÉNISSET. (*Bulletin de la Société astronomique de France;* 26e année, avril 1912, p. 161-178 et 178-181. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.)

Observatorio astronómico de Lisboa (Tapada). *Circunstancias do eclipse anular-total de* 1912 *april* 17 *em Portugal.* Lisbonne, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-4°.

Ministère de la Marine. *Statistique médicale de la Marine pendant l'année* 1907, 9e année. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-4°.

Annuaire de la Fondation Thiers, 1912; nouvelle série. Issoudun, imp. Gaignault, 1912; 1 fasc. in-8°.

Revision des Coléoptères malacodermes du groupe des Lampyrides, par ERNEST OLIVIER. Moulins, Étienne Auclaire, 1912; 1 vol. in-8°.

Calosoma sycophanta, its life history, behavior and successful colonization in New England, by A.-F. BURGESS. (U. S. Department of Agriculture. Bureau of Entomology. *Bulletin* n° 101; 8 décembre 1911.) Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France : Paléontologie; t. XVII, fasc. 1-4. Paris, au siège de la Société géologique de France, 1909-1910; 3 fasc. in-4°.

Idiomas y etnografia de la region oriental de Colombia, por FR.-P. FABO. Barcelone, José Benet, 1911; 1 vol. in-8°.

The trisection of any rectilineal angle, by GEO. GOODWIN. Ottawa, 1911, 1 fasc. in-8°.

Reconnoissance soil survey of part of North Western Wisconsin, by SAMUEL WEIDMAN, assisted by E.-B. HALL and F.-L. MUSBACK. Madison, Wis., 1911; 1 vol. in-8°.

Library of Congress. Report of the Librarian of Congress and Report of the Superintendent of the Library building and grounds, for the fiscal year ending june 30, 1911. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

N° 15.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 9 Avril 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912.

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 16 (15 Avril 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur la théorie géométrique, pour un corps non rigide, des déplacements bien continus, ainsi que des déformations et des rotations de ses particules.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. La théorie classique de Cauchy sur les déplacements des points matériels et sur les déformations dans les corps élastiques, a gardé encore, pour bien des géomètres, un point obscur ou, du moins, susceptible de devenir beaucoup plus simple et plus clair; c'est celui des rotations dites *moyennes*, mais qu'il est parfaitement possible de regarder comme de vraies rotations, comme des mouvements d'une figure invariable. Je me propose de le montrer dans cette Note, en y résumant des démonstrations qui font depuis nombre d'années partie de mon cours de la Sorbonne.

II. J'appellerai : ξ, η, ζ, fonctions graduellement variables de x, y, z, les *déplacements* éprouvés par le point matériel M du corps dont les coordonnées *primitives* étaient x, y, z; ξ_1, η_1, ζ_1 les déplacements d'un point *voisin*, K, dont les coordonnées primitives étaient $x+h$, $y+k$, $z+l$; enfin, h', k', l' les projections sur les axes, *après les déplacements*, de la droite MK. Comme on aura évidemment

$$(1)\quad h' = h + (\xi_1 - \xi) = h + \frac{d\xi}{dx}h + \frac{d\xi}{dy}k + \frac{d\xi}{dz}l, \qquad k' = \frac{d\eta}{dx}h + \ldots, \qquad l' = \frac{d\zeta}{dx}h + \ldots,$$

et que les neuf dérivées partielles premières de ξ, η, ζ en x, y, z seront très sensiblement constantes *à l'intérieur d'une particule*, on voit que h', k', l' y

auront mêmes valeurs pour tout couple (M, K) de points où h, k, l seront les mêmes; de plus, si h, k, l y varient proportionnellement, h', k', l' varieront dans le même rapport. Autrement dit, deux droites de la particule primitivement orientées de même ont encore une même orientation après les déplacements et se sont allongées ou accourcies dans un même rapport. D'où il suit :

1° Que toute *fibre*, ou *file rectiligne élémentaire de points matériels*, reste *rectiligne* et se dilate ou se contracte *uniformément;*

2° Que deux fibres voisines primitivement parallèles restent indéfiniment voisines et *parallèles*, et qu'elles éprouvent une dilatation ∂ *commune*, positive ou négative ;

3° Que tout *feuillet* matériel *plan*, lieu de fibres parallèles croisées par une même fibre droite élémentaire d'une autre direction, ne cesse pas de comprendre toutes ces fibres et reste un *feuillet* plan;

4° Enfin, que deux pareils feuillets, parallèles avant les déplacements, ou comprenant, chacun, de telles fibres respectivement parallèles dans les deux, ne cesseront pas d'être deux plans matériels *constamment parallèles.*

III. Cela posé, taillons idéalement la particule en forme de parallélépipède, dont les arêtes seront parallèles à trois fibres intérieures droites MA, MB, MC émanées d'un même point central $M(x, y, z)$; et supposons l'angle trièdre de celles-ci défini par les trois cosinus (compris entre 1 et -1) des angles BMC, CMA, AMB, aigus ou obtus. Après les déplacements, ces trois fibres MA, MB, MC auront éprouvé des *dilatations* (relatives) que nous appellerons respectivement ∂_a, ∂_b, ∂_c; et les cosinus de leurs angles auront subi des accroissements *dits* respectivement les *glissements* mutuels des fibres MB et MC, MC et MA, MA et MB, glissements que nous appellerons g_a, g_b, g_c. Il est clair que le parallélépipède, en se déformant, sera toujours un parallélépipède, à arêtes sans cesse parallèles aux trois fibres intérieures MA, MB, MC; et que son angle solide d'où partiront trois arêtes orientées comme les fibres MA, MB, MC, angle sans cesse égal au trièdre MABC, aura ses changements de forme complètement définis, comme ceux même de MABC, par les trois glissements g_a, g_b, g_c, tandis que ces arêtes du parallélépipède auront éprouvé les trois dilatations ∂_a, ∂_b, ∂_c.

Par conséquent, la figure apparente de la particule, après les déformations, pourra être construite si l'on donne, outre sa configuration primitive, les *six déformations élémentaires* subies g_a, g_b, g_c, ∂_a, ∂_b, ∂_c.

IV. Mais il y a plus : c'est la configuration *interne* elle-même de la particule, qui aura son changement défini au moyen des six mêmes déformations g_a, g_b, g_c, ∂_a, ∂_b, ∂_c.

Rapportons, en effet, chaque point matériel K de la particule aux trois fibres MA, MB, MC, prises comme axes de coordonnées. Soient ainsi a, b, c les coordonnées de K avant les déplacements, représentées par trois fragments de fibres MI, IJ, JK, ayant respectivement les directions de MA, MB, MC et dont les deux premières MI, IJ font partie du feuillet AMB. Ces trois fibres élémentaires $a = \text{MI}$, $b = \text{IJ}$, $c = \text{JK}$ seront, après les déplacements, encore parallèles à MA, MB, MC et auront pris les valeurs, nouvelles coordonnées de K par rapport au trièdre déformable MABC,

$$(2) \qquad a' = a(1 + \partial_a), \qquad b' = b(1 + \partial_b), \qquad c' = c(1 + \partial_c).$$

Quand on aura construit, grâce aux trois données g_a, g_b, g_c, la nouvelle figure du trièdre, les formules (2) feront donc connaître, pour le point K quelconque de la particule, ses nouvelles coordonnées, qui permettront de le rattacher au trièdre et, par suite, de se représenter la configuration complète du corps aux environs de la molécule M.

V. Considérons spécialement les points (a, b, c) de la particule qui constituent une surface ou *nappe* matérielle, dont l'équation $f(a, b, c) = 0$ soit, par exemple, algébrique et de degré n. Après les déplacements, cette nappe aura, d'après (2), l'équation

$$f\left(\frac{a'}{1 + \partial_a}, \frac{b'}{1 + \partial_b}, \frac{c'}{1 + \partial_c}\right) = 0.$$

La déformation subie par la surface lui laisse, par conséquent, son degré n et une forme très analogue à la première.

Supposons maintenant que cette surface soit primitivement l'ellipsoïde

$$(3) \qquad \frac{a^2}{\varepsilon^2} + \frac{b^2}{\varepsilon'^2} + \frac{c^2}{\varepsilon''^2} = 1,$$

ayant trois demi-diamètres conjugués ε, ε', ε'', suivant les fibres MA, MB, MC. Elle deviendra, après les déplacements,

$$(4) \qquad \frac{a'^2}{\varepsilon^2(1 + \partial_a)^2} + \frac{b'^2}{\varepsilon'^2(1 + \partial_b)^2} + \frac{c'^2}{\varepsilon''^2(1 + \partial_c)^2} = 1.$$

Donc, toute particule taillée en forme d'ellipsoïde reste ellipsoïdale ; et ce sont, dans ses états successifs, *les mêmes fibres* qui constituent ses systèmes de diamètres conjugués.

VI. Mais donnons désormais à la particule, dans l'état primitif, la forme sphérique en prenant $\varepsilon'' = \varepsilon' = \varepsilon$. Tous ses systèmes de diamètres conjugués seront rectangulaires, y compris celui qui, après les déplacements proposés ξ, η, ζ, devient le *système des axes* de l'ellipsoïde transformé (4). Ainsi, le système particulier de fibres qui, dans la particule sphérique, fournit après déformation les axes de l'ellipsoïde, constitue *un trièdre trirectangle dont la figure n'est pas altérée par cette déformation*.

Nous admettrons qu'on ait précisément choisi ces fibres pour MA, MB, MC; et, par définition même, les trois glissements mutuels g_a, g_b, g_c seront alors nuls, chacune des trois, MA, ou MB, ou MC, étant restée normale aux deux autres et, par suite, au feuillet matériel, BMC, ou CMA, ou AMB, qui lui était déjà perpendiculaire avant les déplacements.

Il existe donc, pour toute particule qui subit une déformation *déterminée*, trois directions rectangulaires entre elles, dites *principales*, suivant lesquelles les fibres de la particule conservent leur normalité aux feuillets qui leur étaient perpendiculaires avant la déformation. Par suite, celle-ci se fait *symétriquement* de part et d'autre des feuillets en question, de BMC par exemple; car si l'on admet, pour fixer les idées, qu'on maintienne le feuillet BMC dans son plan, deux points matériels symétriques K et K_1 situés de part et d'autre, ou dont la fibre de jonction KJK_1 était perpendiculaire au feuillet en son milieu J, se déplaceront sans cesser d'être symétriques, leur droite de jonction KJK_1 conservant sa normalité au feuillet, et ses deux moitiés KJ, K_1J se dilatant (ou se contractant) pareillement.

Ainsi la déformation de la particule se fait toujours symétriquement de part et d'autre de trois certains feuillets rectangulaires, qu'on appellera les *plans principaux* et qui seront ceux s'intersectant suivant les trois *fibres principales*.

VII. Concevons les mouvements effectifs de la particule rapportés à des *axes locaux*, *des* h, k, l, issus du point matériel M et *constamment parallèles aux axes généraux fixes des* x, y, z.

Par rapport à de tels axes qu'entraîne la translation du point M ou de la particule, les mouvements se réduiront à celui de *déformation*, censé se faire de part et d'autre des trois feuillets principaux BMC, CMA, AMB, maintenus dans leurs directions, et à la rotation effective du trièdre MABC, censée avoir lieu une fois qu'est produite la nouvelle configuration de la particule.

Les déplacements à considérer du point K seront $\xi_1 - \xi$, $\eta_1 - \eta$, $\zeta_1 - \zeta$;

et il faudra les obtenir en fonction des coordonnées primitives h, k, l de ce point. Exprimons-les d'abord *pour le mouvement de déformation pur*, et au moyen des déplacements $a'-a$, $b'-b$, $c'-c$ par rapport au système des fibres principales MA, MB, MC (de direction ici invariable). Si nous appelons ∂_1, ∂_2, ∂_3 les trois *dilatations principales* ∂_a, ∂_b, ∂_c et $(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$, $(\alpha_2, \beta_2, \gamma_2)$, $(\alpha_3, \beta_3, \gamma_3)$ leurs cosinus directeurs respectifs par rapport aux axes soit des x, y, z, soit des h, k, l, les équations (2) nous donneront, comme déplacements suivant MA, MB, MC, $\partial_1 a$, $\partial_2 b$, $\partial_3 c$; et des formules évidentes de transformation de coordonnées, applicables aussi aux déplacements, permettront ensuite d'écrire:

$$(5)\quad \xi_1-\xi=\alpha_1\partial_1 a+\alpha_2\partial_2 b+\alpha_3\partial_3 c,\quad \eta_1-\eta=\beta_1\partial_1 a+\ldots,\quad \zeta_1-\zeta=\gamma_1\partial_1 a+\ldots;$$
$$(6)\qquad a=\alpha_1 h+\beta_1 k+\gamma_1 l,\qquad b=\alpha_2 h+\ldots,\qquad c=\alpha_3 h+\ldots.$$

Portons les valeurs (6) de a, b, c dans les expressions (5) des déplacements; et si, pour abréger, nous posons

$$(7)\quad \begin{cases} A=\alpha_1^2\partial_1+\alpha_2^2\partial_2+\alpha_3^2\partial_3, & B=\beta_1^2\partial_1+\ldots, & C=\gamma_1^2\partial_1+\ldots,\\ D=\beta_1\gamma_1\partial_1+\beta_2\gamma_2\partial_2+\beta_3\gamma_3\partial_3, & E=\gamma_1\alpha_1\partial_1+\ldots, & F=\alpha_1\beta_1\partial_1+\ldots,\end{cases}$$

il viendra

$$(8)\quad \xi_1-\xi=Ah+Fk+El,\quad \eta_1-\eta=Fh+Bk+Dl,\quad \zeta_1-\zeta=Eh+Dk+Cl.$$

VIII. Il ne reste plus qu'à joindre à ces déplacements partiels ceux que donne finalement la rotation effective autour de M du trièdre MABC des fibres principales. Évaluons-les dans l'hypothèse *habituelle* que les neuf dérivées partielles de ξ, η, ζ en x, y, z soient petites, ou aient leurs produits et carrés négligeables : ce qui impliquera, tout à la fois, que la rotation soit petite et que la déformation n'ait apporté aux coordonnées primitives h, k, l que de faibles altérations relatives. Soient alors ω_x, ω_y, ω_z les trois composantes, suivant les x, y, z ou les h, k, l, de la rotation effective du trièdre des fibres principales autour de leur point M de croisement. On sait que les accroissements de $\xi_1-\xi$, $\eta_1-\eta$, $\zeta_1-\zeta$ qu'elle entraînera seront $\omega_y l-\omega_z k$, $\omega_z h-\omega_x l$, $\omega_x k-\omega_y h$. Et les formules (8) ainsi complétées deviendront

$$(9)\quad \begin{cases} \xi_1-\xi=Ah+(F-\omega_z)k+(E+\omega_y)l,\\ \eta_1-\eta=(F+\omega_z)h+Bk+(D-\omega_x)l,\\ \zeta_1-\zeta=(E-\omega_y)h+(D+\omega_x)k+Cl.\end{cases}$$

Or $\xi_1-\zeta$, $\eta_1-\eta$, $\zeta_1-\zeta$ sont les excédents $h'-h$, $k'-k$, $l'-l$ des nouvelles coordonnées du point quelconque K de la particule sur ses coor-

données primitives h, k, l; en sorte qu'ils égalent identiquement les derniers membres de (1) diminués de h, k, l. L'identification donne alors, comme valeurs des neuf dérivées partielles premières de ξ, η, ζ en x, y, z :

$$(10)\quad \left\{\begin{array}{lll} \frac{d\xi}{dx} = \mathrm{A}, & \frac{d\xi}{dy} = \mathrm{F} - \omega_z, & \frac{d\xi}{dz} = \mathrm{E} + \omega_y; \\ \frac{d\eta}{dx} = \mathrm{F} + \omega_z, & \frac{d\eta}{dy} = \mathrm{B}, & \frac{d\eta}{dz} = \mathrm{D} - \omega_x; \\ \frac{d\zeta}{dx} = \mathrm{E} - \omega_y, & \frac{d\zeta}{dy} = \mathrm{D} + \omega_x, & \frac{d\zeta}{dz} = \mathrm{C}. \end{array}\right.$$

IX. On en déduit immédiatement, entre autres conséquences remarquables,

$$(11)\quad \frac{1}{2}\left(\frac{d\zeta}{dy} - \frac{d\eta}{dz}\right) = \omega_x, \qquad \frac{1}{2}\left(\frac{d\xi}{dz} - \frac{d\zeta}{dx}\right) = \omega_y, \qquad \frac{1}{2}\left(\frac{d\eta}{dx} - \frac{d\xi}{dy}\right) = \omega_z.$$

Donc *les rotations moyennes de Cauchy*, exprimées par les premiers membres de ces formules, peuvent être nommées simplement les *rotations de la particule* (x, y, z) du corps; car ce sont bien de vraies rotations, des *mouvements d'ensemble*, autour de M, d'une figure à trois dimensions lui appartenant, savoir les rotations effectives ω_x, ω_y, ω_z du trièdre *géométrique* des fibres principales, qui a constitué en quelque sorte la charpente *idéale* de la particule, ou comme une substruction résistante formée de plans de symétrie et cachée sous la matière, substruction ou charpente dont la déformation de celle-ci a respecté intégralement les angles et la figure [1].

OCÉANOGRAPHIE. — *Bathyrhéomètre enregistreur*. Note de M. **Yves Delage**.

Le problème de la mesure des courants de surface paraît résolu d'une façon à peu près suffisante; mais, pour la mesure des courants de fond, avec enregistrement de leur direction et de leur vitesse, les océanographes ne paraissent pas actuellement en possession d'un appareil convenablement approprié. Les instruments, ou n'enregistrent pas (flotteur Mitchell, flotteur du *Challenger*, appareil de Stahlberger), ou ne donnent qu'une totalisation des effets au moyen d'un compte-tours à cadrans (mesureur Arwidson, de Pillsbury, tourniquet de Woltmann, etc.), qui ne fournissent aucun ren-

---

(1) Quant au même trièdre *physique*, ou à faces et arêtes matérialisées dans les feuillets principaux et les fibres principales, il a éprouvé les trois dilatations ∂_1, ∂_2, ∂_3.

seignement sur les variations du courant suivant le temps. C'est cette lacune que j'ai tenté de combler, lacune importante, car on comprend tout l'intérêt qu'il y aurait à savoir d'une façon précise à quelle profondeur et avec quelle intensité les courants de marée se font sentir au niveau du sol sous-marin, et surtout à connaître les courants permanents déterminés par des causes d'une autre nature et qui jouent un si grand rôle dans le charriage des sédiments, dans la répartition géographique d'un grand nombre d'animaux marins et dans la dissémination de leurs larves.

La difficulté réside spécialement dans la presque impossibilité de mettre les organes de transmission et d'enregistrement à l'abri du contact avec l'eau de mer, sous les fortes pressions auxquelles on opère. Si l'on emploie des plaques s'inclinant sous la poussée du courant, ou des hélices mues par lui, il devient nécessaire, pour empêcher l'eau de s'infiltrer dans la boîte contenant les enregistreurs, d'exercer sur les tiges de transmission une pression incompatible avec la liberté de mouvement qui leur est nécessaire.

On éviterait cet inconvénient en employant, au lieu d'organes mus par le courant, des tambours de Marey se déprimant sous leur pression. Mais aux profondeurs où l'on est obligé d'opérer, il faudrait gonfler fortement la paroi élastique de ces tambours pour les mettre en équilibre avec la pression hydrostatique et, dans ces conditions, la faible différence de pression déterminée par le courant ne produirait sur les tambours aucun effet appréciable.

Les systèmes dans lesquels l'appareil enregistreur serait situé hors de l'eau et relié aux organes immergés par un fil électrique ou par un câble-transmission souple présenteraient soit des difficultés d'étanchéité du même genre, et plus grandes encore, soit des inconvénients résultant de l'inertie et rendant impossible l'inscription des vitesses faibles. Je crois inutile d'insister sur ces faits que reconnaissent tous ceux qui s'occupent de questions de ce genre.

Je me suis proposé d'établir un appareil entièrement immergé et capable d'enregistrer la direction et les vitesses des courants *sans présenter aucun organe extérieur*.

Sans décrire dans ses détails l'instrument en question, je vais indiquer d'après quels principes il a été construit.

Il se compose essentiellement d'une sphère creuse en cuivre S, d'environ $0^{m},50$ de diamètre, dont la densité moyenne (y compris le poids des organes qu'elle renferme) est moindre que celle de l'eau, en sorte qu'elle possède une force ascensionnelle, que l'on peut d'ailleurs augmenter ou

réduire à volonté au moyen de disques de plomb formant lest et situés à son intérieur.

Cette sphère est reliée par une tige de cuivre T à une sorte de traîneau en bois Tr, fortement lesté, destiné à la maintenir au fond de la mer. L'union de la tige avec la sphère est rigide; celle de la tige avec le traîneau se fait par un joint cardan O permettant les inclinaisons de la sphère dans tous les azimuts, mais s'opposant à toute rotation autour de son axe, représenté par la tige qui la supporte.

Si l'on suppose qu'à l'intérieur de la sphère, au point diamétralement opposé à celui par lequel elle est fixée sur sa tige, soit suspendu un pendule, on voit que, lorsque la sphère s'inclinera sous la poussée du courant, le pendule, restant vertical, formera avec l'axe de la sphère un angle dont l'ouverture variera selon l'inclinaison de la sphère et sera fonction de la vitesse du courant; en outre, la direction du courant sera dans le plan déterminé par l'axe de la sphère et la tige de suspension du pendule.

Tel est le principe de l'appareil dans ses termes les plus généraux; mais il y a loin de là à une solution complète de toutes les difficultés que présente le problème.

Il faut, en effet, enregistrer à la fois la direction d'inclinaison du pendule et l'angle qu'il forme avec la verticale; et ces indications doivent être fournies suivant le temps, tout en restant toujours distinctes l'une de l'autre.

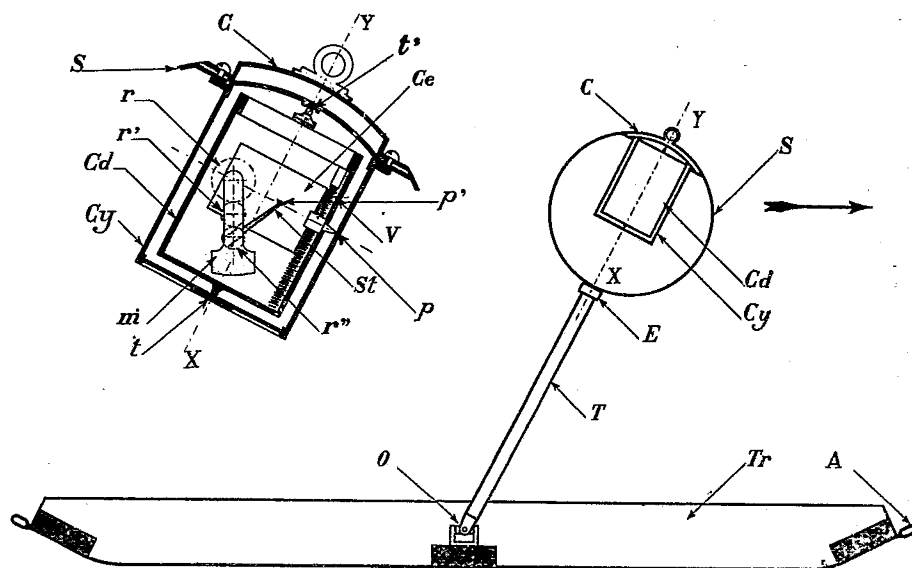
Or, si l'on suppose que le pendule soit muni d'un style traçant ses inscriptions sur une surface sphérique creuse ayant pour centre le point de suspension du pendule et entraînée par un mécanisme d'horlogerie, en un mouvement de rotation autour de l'axe de la sphère, on voit tout de suite que, si la grandeur de l'angle d'inclinaison du pendule est toujours correctement indiquée par les ordonnées radiaires, il y a confusion complète entre les effets des variations du sens d'inclinaison du pendule et ceux du mouvement d'horlogerie destiné à marquer l'heure, lesquels s'inscrivent l'un et l'autre suivant les abscisses circulaires. Cette difficulté est plus embarrassante qu'elle ne paraît.

Sans insister sur les divers moyens auxquels on pourrait songer pour y remédier, je dirai tout de suite à quelle solution je me suis arrêté, la trouvant la plus simple, la plus précise et la plus élégante parmi celles qui me sont venues à l'esprit.

L'appareil, dans son ensemble, est trop encombrant pour que j'aie pu songer à le présenter à l'Académie. D'ailleurs, ce qui concerne le traîneau, la tige avec son articulation à la cardan et la sphère de cuivre est très

facile à saisir (voir les figures); je ne présente ici que l'appareil enregistreur, qui est la partie la plus intéressante de l'instrument.

Cet appareil est contenu dans un cylindre creux (Cy) dont l'axe coïncide avec celui (XY) de la sphère et qui est rattaché à celle-ci d'une manière invariable. La calotte (C) de cette sphère qui porte le cylindre est amovible, étant rattachée au reste de la sphère par des boulons. A l'intérieur de ce cylindre est un cadre rectangulaire vertical (Cd), fixé à un axe en coïncidence avec celui de la sphère et qui lui permet de tourner au moyen des tourillons (t, t') à l'intérieur du cylindre, en restant toujours à égale distance de sa surface. Ce cadre, symétrique au point de vue géométrique, est asymétrique au point de vue mécanique, l'un de ses côtés verticaux (ici, celui de droite, dans les figures) étant plus lourd que l'autre. Par suite de ce fait, lorsque la sphère s'incline dans divers sens, le cadre tourne autour de son axe et son côté lourd s'oriente toujours dans le sens de la plus grande pente. Ce cadre est muni, le long de son bord vertical le plus lourd, d'un style inscripteur (p), qui donne sur la face intérieure de la paroi du cylindre fixe (Cy) un tracé dont chaque point marque le sens de l'inclinaison de la sphère au moment où il a été inscrit. Ce style inscripteur étant mû le long du bord vertical du cadre par une vis (V) qui, au moyen d'un mouvement d'horlogerie, lui fait parcourir en 24 heures toute la hauteur de ce bord, le



tracé se trouve repéré quant au temps, l'heure étant donnée par l'ordonnée du point inscrit et le sens d'inclinaison par l'abscisse.

Ce même cadre porte un cylindre enregistreur (Ce) dont l'axe est horizontal et situé dans le plan du cadre. Ce cylindre, étant entraîné par le cadre dans ses mouvements de rotation autour de son axe, aura toujours ses génératrices dans le plan du cadre et par conséquent dans le plan de l'inclinaison de l'appareil ou parallèles à ces mêmes plans. Par suite le pendule, armé de son style, tracera sur le cylindre, suivant ses génératrices, tandis que celles-ci se déplaceront sous le style par l'action du mouvement d'horlogerie; en sorte qu'ici l'heure sera donnée par l'abscisse et l'amplitude de l'inclinaison par l'ordonnée, pour chaque point du tracé.

On voit par là que les inscriptions du sens des inclinaisons et celles de leur amplitude sont complètement séparées, sans action l'une sur l'autre et restent par conséquent toujours distinctes; leur correspondance s'établit d'ailleurs au moyen de l'heure, de la manière la plus nette et la plus exacte, le cylindre (Ce) et la vis (V) étant mus par le même mouvement d'horlogerie.

Tel est l'appareil réduit à son expression la plus simple et tel que je l'ai conçu. Mais en fait, son établissement a nécessité diverses modifications de détail où sont intervenues, de la façon la plus heureuse, l'expérience et l'habileté de M. Carpentier qui a bien voulu se charger de sa construction.

La plus importante de ces modifications a consisté à reporter le pendule (m) à la partie inférieure du cylindre et à transmettre les indications de son style (St) au moyen d'un triple engrenage (r, r', r'') qui assure des tracés en ligne droite avec une longueur de tige invariable. La disposition est telle que les ordonnées donnent immédiatement les tangentes des angles que forme le pendule avec la verticale ([1]).

Pour que l'appareil fournisse des indications utiles, il faut que son orientation pendant le travail, par rapport à la ligne nord-sud, soit rigoureusement définie. Le principe de la solution de ce petit problème est déjà connu.

Sur le traîneau sera fixée une boussole à laquelle sera adjoint un mouvement d'horlogerie qui, au bout d'une heure ou deux, actionnera un déclic qui immobilisera l'aiguille de la boussole dans sa position actuelle.

Dès lors, voici comment je compte opérer.

([1]) En fait, les tangentes d'angles doubles, mais cela importe peu, car sur le graphique seront inscrits non pas les tangentes, mais les angles eux-mêmes ou même les vitesses de courant correspondantes.

On immergera d'abord une ancre, puis lorsqu'elle aura mordu au fond, le traîneau portant l'appareil sera fixé au câble de l'ancre par une liaison en Y. A l'autre extrémité du traîneau, une liaison semblable le réunira à un second câble. Le traîneau sera alors immergé, le bateau marchant à petite vitesse, tandis qu'une traction assez énergique sera exercée sur le câble de manière à le maintenir toujours tendu depuis l'ancre qui est au fond jusqu'au bateau. Lorsqu'on sera assuré, par la longueur de câble filée, que l'appareil est arrivé au fond, on immergera une seconde ancre reliée par un orin à une bouée. L'orientation du chariot sera ainsi approximativement donnée par le compas du bord et son orientation exacte sera déterminée par la boussole fixée sur le traîneau, dont le déclic n'agira que lorsque le traîneau aura, depuis longtemps, pris au fond sa position définitive.

Une dernière question passablement délicate reste à résoudre : c'est celle de la graduation de l'appareil. On peut le graduer de deux manières : 1° d'une façon théorique au moyen d'une formule, pour laquelle notre confrère si compétent, M. le professeur Boussinesq, a bien voulu me fournir de précieuses indications ; 2° par la voie empirique, en soumettant l'appareil à des actions connues de même nature que celles qui seront à déterminer. Pour ce dernier cas, il n'est guère facile d'immerger l'appareil dans un courant de force déterminée et variable, mais on peut retourner le problème et traîner l'appareil avec une vitesse connue dans une eau immobile. M. le Ministre de la Marine a bien voulu m'autoriser, pour cette graduation expérimentale, à user des ressources du Laboratoire d'essai des Carènes où se trouve une installation appropriée.

Lorsque l'appareil aura été mis en service, j'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats qu'il aura fournis.

M. **Le Chatelier**, en présentant l'Ouvrage de M. F.-W. **Taylor**, *Principes d'organisation scientifique des usines*, s'exprime comme il suit :

L'Ouvrage de M. F.-W. Taylor, dont la traduction est aujourd'hui offerte aux lecteurs français, donne un exemple extrêmement remarquable de l'application rigoureuse des méthodes scientifiques à un problème technique très complexe, l'organisation du travail dans les usines. La production journalière d'un ouvrier dépend d'un nombre considérable de facteurs distincts, principalement des conditions physiologiques inhérentes à sa nature humaine, de la perfection des outils mis à sa disposition, de

l'organisation du travail réglée par ses chefs d'atelier. Chacun de ces points de vue comporte lui-même un grand nombre de subdivisions. Au milieu de toutes ces variables, les tâtonnements empiriques restent impuissants à définir leur combinaison la plus favorable.

Dans la simple organisation du travail des métaux sur le tour, il n'y a pas moins de douze variables à faire entrer en ligne de compte; le savant ingénieur américain est parvenu à déterminer l'influence de chacune d'elles au moyen de mesures d'une extrême précision qui n'ont pas exigé moins de 25 années de travail continu et une dépense voisine de 1 million de francs. Ces études ont révolutionné dans le monde entier l'industrie de la construction mécanique.

Des applications différentes, d'une importance moindre, il est vrai, ont été réalisées dans d'autres industries, la maçonnerie, la construction automobile, etc. Nos ingénieurs français commencent à se préoccuper de ces méthodes nouvelles, qui sont aujourd'hui discutées avec passion de l'autre côté de l'Atlantique.

L'emploi de ces méthodes comporte des conséquences très importantes. Là où elles sont appliquables, elles permettraient de doubler et de tripler le rendement de chaque ouvrier sans augmentation de sa fatigue physique. On arrive à ce résultat en chronométrant au $\frac{1}{10}$ de seconde chaque mouvement de l'ouvrier et supprimant les mouvements inutiles; par exemple, un maçon fait en moyenne 4 mouvements inutiles de ses bras ou de ses pieds pour 1 seul mouvement réellement utile. On cherche ensuite le moyen à accélérer la vitesse de chaque mouvement utile en mettant sous la main de l'ouvrier tous les outils ou matériaux qu'il doit remuer, en étudiant les conditions de fatigue physiologique : intensité de l'éclairement, alternative de repos et de mouvement, valeur la plus favorable de l'effort musculaire. Enfin, le troisième point le plus délicat est l'étude des moyens d'action moraux capables d'inciter l'ouvrier à accepter la discipline très stricte qui lui est imposée. On utilisera pour cela des augmentations de salaires pouvant s'élever suivant les cas, de 30 à 100 pour 100 du taux normal, l'attribution d'une tâche individuelle rendant chaque ouvrier indépendant de l'activité de son voisin ou encore des échanges de vue cordiaux avec les syndicats ouvriers, etc.

L'application systématique de ces méthodes permettrait certainement de doubler du jour au lendemain la production et par suite la richesse de tous les pays. Mais cette organisation nouvelle du travail ne pourra être réalisée que par des ingénieurs profondément imbus de la *Méthode scientifique*,

M. G. **Bigourdan** fait hommage à l'Académie de la *Connaissance des Temps pour* 1914, publiée par le *Bureau des Longitudes*.

M. H. **Le Chatelier** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Introduction à l'étude de la métallurgie. Le chauffage industriel.*

CORRESPONDANCE.

M. **Élie Metchnikoff** adresse des remercîments à l'Académie, qui l'a élu Associé étranger.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La *Carte des fuseaux horaires de l'Afrique occidentale française* et la *Carte du Ouadaï*, dressées par le Service géographique des Colonies.

2° Trois fascicules de la *Mission du* Service géographique de l'Armée *pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences*, 1899-1906.

3° *La Météorologie en France et en Allemagne*, par E. Doublet. (Présenté par M. G. Bigourdan.)

4° *Leçons sur les principes de l'Analyse*, par R. d'Adhémar. (Présenté par M. Jordan.)

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de l'étoile nouvelle des Gémeaux.* Note de MM. **J. Bosler** et **P. Idrac**, présentée par M. Deslandres.

Nous avons obtenu à l'Observatoire de Meudon, autant que l'ont permis un ciel incertain et d'autres occupations, quelques clichés de l'étoile nouvelle découverte le 13 mars dernier dans la constellation des Gémeaux.

Nous nous sommes servis dans ce but d'un prisme objectif accouplé à un miroir de

$0^m,25$ d'ouverture et de $0^m,75$ de distance focale, spécialement destiné à l'étude préliminaire des comètes et des étoiles.

Les deux clichés de M. Idrac ont été pris les 22 et 28 mars sur plaques Lumière Σ et posés respectivement 10 et 18 minutes. Ceux de M. Bosler datent des 4 et 7 avril : des plaques Wratten Verichrome sensibles au jaune et au vert furent alors employées, et les poses ont été de 35 minutes et de 1 heure 10 minutes. Dans la deuxième série d'épreuves, l'étoile notablement plus faible était inférieure à la 6e grandeur.

On aperçoit sur nos clichés, comme le fait a déjà été signalé, la série complète des raies brillantes de l'hydrogène. Celles-ci, doubles et renversées, sont déplacées fortement vers le rouge et accompagnées d'une raie noire extrêmement large de même origine, déplacée elle-même vers le violet. On aperçoit aussi un spectre continu assez intense qui s'étend dans l'ultraviolet jusque vers λ365.

Mais le fait le plus intéressant est l'apparition de la raie principale des Nébuleuses, déjà observée lors des précédentes Novæ. Celle-ci s'accompagne d'une autre raie vers λ492 observée autrefois, en 1892, dans le spectre de la Nova Aurigæ. Comme dans ce dernier spectre, on reconnaît aussi, sur le cliché du 7 avril, un groupe de trois raies vers λλ580, 565 et 560 ainsi que le groupe déjà signalé vers λ460.

La transformation en Nébuleuse qui paraît constituer le terme final de l'évolution des Novæ est donc déjà commencée.

ASTRONOMIE. — *Sur la Nova Geminorum*. Note de M. **Fr. Iñiguez**, présentée par M. Bigourdan.

Dès le 16 mars dernier, j'ai obtenu des photographies du spectre de la nouvelle étoile des Gémeaux, et j'ai réussi tous les jours, sauf les 21 et 30 mars, où le ciel couvert a masqué l'étoile. Au total il a été obtenu ainsi 23 plaques, montrant la série des transformations du spectre. Comme les photographies ont été faites avec un prisme objectif, elles sont sans spectre de référence : les quelques longueurs d'onde que je citerai sont donc provisoires et leur dernier chiffre est incertain. D'ailleurs la largeur des lignes de longueur d'onde connue rend les mesures difficiles, car on ne sait où placer avec exactitude le fil du micromètre. En attendant qu'une discussion d'ensemble permette de vaincre ces difficultés, je me propose uniquement ici de décrire les variations les plus notables révélées par les plaques.

Spectre de raies brillantes. — Les plaques dont je me suis servi, à l'exception

d'une, sont *Agfa*, *Isorarapid*, sensibles uniquement depuis le bleu vers le violet. Du 15 au 19 mars, les raies de l'hydrogène, de H_β à H_ζ, et la raie K sont certainement brillantes. Le 16, la raie H_γ est traversée par une ligne d'absorption très accentuée; le 17, les lignes H_γ et H_δ sont divisées par des lignes d'absorption, circonstance qui se présente seulement ce jour-là dans toute la série. Les 18 et 19, les bords des bandes H_γ, H_δ, H_ε et K sont plus intenses du côté rouge : il semble que ces bords sont des raies brillantes intenses, de la largeur ordinaire, placées sur des bandes lumineuses du spectre d'absorption. Dès le 20 mars, la bande brillante K disparaît, et l'on ne la voit plus les jours suivants. Les autres, celles de l'hydrogène, sont intenses, larges, bien définies sans distinction de bords, circonstance qui se conserve jusqu'au 24; de cette date au 27, les bandes brillantes cessent d'être uniformes et sont plus intenses sur leur côté violet. Les 27 et 28, les bandes de l'hydrogène sont uniformes et montrent une autre bande plus faible sur son côté rouge. Dès le 27, H_ε et H_ζ diminuent sensiblement d'intensité. Le 29, toutes les bandes brillantes ont le côté rouge plus intense avec l'apparence qu'elles présentaient les 18 et 19 : il semble que le 31 les bandes H_γ et H_ε sont traversées par des raies d'absorption.

L'intensité des radiations a augmenté depuis l'apparition de l'étoile jusqu'au 24 mars et ensuite elle a diminué constamment. La largeur des bandes brillantes de l'hydrogène dépassa parfois 24 unités d'Angström.

Spectre d'absorption. — Le spectre d'absorption a subi des modifications énormes. Il est formé en premier lieu des raies de la série de l'hydrogène de H_β, s'étendant diversement dans l'ultraviolet : sa plus grande extension a eu lieu du 23 au 25 mars, où l'on arrive dans les plaques à $H_\varkappa$. Depuis le 27, la région ultraviolette s'est affaiblie continuellement et le 5 avril on ne voit distinctement que jusqu'à H_η. Les autres raies de l'hydrogène s'affaiblissent, elles aussi, et les 8 et 9 avril on ne les distingue plus sur les plaques. La coloration plus rouge de l'étoile s'explique parfaitement par l'extinction des radiations ultraviolettes. Les 16 et 17 mars le spectre est assez riche en raies qui sont plus abondantes entre H_γ et H_β; il est plus pauvre le 18 et presque toutes ces raies ont disparu le 19. Les raies d'absorption de l'hydrogène de H_β à H_ε se montrent toujours du côté violet des raies brillantes, mais à des distances différentes; au commencement les raies obscures sont placées tout à côté des brillantes mais, dès le 20 mars, elles se séparent de plus en plus vers le violet jusqu'au 25. Une particularité très notable se montre pour la première fois le 20 : les raies obscures H_γ et H_δ semblent dédoublées, montrant sur la large bande d'absorption qu'elles forment une raie brillante, où la portion violette de la bande d'absorption est plus intense que celle du côté rouge; cette apparente duplication se conserve les jours suivants jusqu'au 25; les composantes étaient de la même intensité les 23 et 24; sur H_β on observe aussi la même particularité qui semble se produire également dans d'autres raies obscures. La duplication est perceptible aussi le 3 avril. Le spectre d'absorption est le plus riche les 24 et 25 mars et les raies obscures sont plus fines, car en général elles se montrent larges et diffuses. Rarement on observe des raies d'absorption au delà de H_ε; le 3 avril on en a observé quatre dont les longueurs d'onde approchées sont λ 3917 — 3938 — 3947 — 3960. Entre H_ε et H_γ il y a toujours très peu de raies; le 3 avril une raie apparaît en λ 3221, assez intense, et cependant elle n'est pas visible

les autres jours, du moins sous cette forme. La section la plus riche en raies d'absorption se trouve entre H_γ et H_β : tantôt ces raies sont nombreuses, et tantôt elles sont presque toutes invisibles.

Spectre continu. — Les modifications du spectre continu ont été, elles aussi, très notables. Ce spectre se montre toujours formé de bandes alternativement obscures et brillantes, mais le nombre et la distribution des bandes change continuellement. C'est le 22 mars qu'il présente sa plus grande splendeur; les jours suivants il augmente en intensité entre H_β et H_γ, où il semble manifester une tendance à l'uniformité. En avril il s'affaiblit à l'extrême et cesse presque d'être visible sur les plaques.

Un fait plus particulièrement à remarquer, c'est la série de modifications qui ont eu lieu dans la région voisine de λ 4630, de côté et d'autre de cette région. Il y avait là une bande brillante assez intense dès le 25 mars; elle s'est rétrécie continuellement et tout ce qui reste à présent est une raie diffuse mais comparable en intensité à H_β et H_γ. Quelques bandes d'absorption du spectre continu se montrent parfois formées par des raies juxtaposées.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les liaisons d'ordre quelconque des systèmes matériels.* Note de M. **Étienne Delassus**, présentée par M. Appell.

1. Une liaison L_n d'ordre n est un système d'équations différentielles ordinaires entre les paramètres q et la variable t tel que les équations d'ordre n qui y figurent ne soient pas toutes des conséquences des équations d'ordres inférieurs à n et de leurs dérivées, mais que toutes les équations d'ordre supérieur à n soient des conséquences des équations d'ordres égaux ou inférieurs à n et de leurs dérivées.

Une liaison $\mathcal{L}_m$ entre des paramètres q et p conduit, par élimination des inconnues p entre les équations $\mathcal{L}_m$, à un certain système d'équations différentielles ordinaires, c'est-à-dire à une liaison L_n entre les paramètres q, l'ordre n pouvant, suivant les cas, être inférieur ou supérieur à l'ordre m; nous dirons que *la liaison* L_n *est réalisée par la liaison* $\mathcal{L}_m$: et l'on voit facilement qu'une liaison L_n d'ordre donné quelconque n peut toujours être réalisée au moyen d'une liaison $\mathcal{L}_m$ dont l'ordre peut être choisi arbitrairement à l'avance, la valeur $m = 0$ étant seule exclue, car elle entraîne toujours $n = 0$.

2. Supposons essentiellement m inférieur ou égal à n, seul cas présentant de l'intérêt au point de vue mécanique; si nous formons *toutes* les équations d'ordre n de $\mathcal{L}_m$ nous trouvons un groupe d'équations distinctes par rapport aux dérivées $p^{(n)}$ et un autre groupe d'équations ne contenant

pas les $p^{(n)}$, distinctes par rapport aux $q^{(n)}$ et entre lesquelles on peut éliminer les $p, p', \ldots, p^{(n-1)}$ pour obtenir *toutes* les équations d'ordre n de L_n et il restera un groupe d'équations intermédiaires distinctes par rapport aux $q^{(n)}$ et contenant les $p, p', \ldots, p^{(n-1)}$ non éliminables.

Quand ces équations intermédiaires n'existent pas, on dit que $\mathfrak{L}_m$ *fournit une réalisation parfaite de* L_n.

On voit immédiatement que :

Toute liaison L_n *possède des réalisations parfaites par des liaisons du même ordre.*

3. La notion de mouvement parfait, que j'ai indiquée dans de précédentes Notes pour le cas des liaisons du premier ordre, implique nécessairement l'idée de mouvement satisfaisant à la liaison du système et déterminé *complètement et sans ambiguïté* par les seules valeurs initiales des q et des q'.

Si donc cette notion peut se généraliser pour des liaisons $L_n (n > 1)$, on ne pourra admettre que la valeur $n = 2$ et avec cette restriction que les équations du second ordre de cette liaison L_2 seront linéaires par rapport aux q''. Nous désignerons par L_2^1 ces liaisons L_2 particulières. On est ainsi conduit à diviser les liaisons en deux classes :

Liaisons de première classe. — Ce sont les liaisons L_0, L_1 et L_2^1.

Liaisons de seconde classe. — Ce sont les liaisons L_2 autres que les L_2^1 et toutes les liaisons L_3, L_4, ...

La notion de mouvement parfait ne peut pas exister pour les systèmes à liaison de seconde classe.

4. Existe-t-elle pour tous les systèmes de première classe? Il nous suffit d'étudier les liaisons L_2^1. Si l'on cherche à faire une réalisation parfaite d'une telle liaison au moyen d'une liaison $\mathfrak{L}_1$, on trouve qu'en général ce n'est pas possible. *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une liaison* L_2^1 *soit réalisable parfaitement au moyen d'une liaison du premier ordre est que toutes ses équations du second ordre puissent se mettre sous la forme*

$$\frac{d}{dt} f(q, q', t) = \varphi(q, q', t).$$

Soient L_2^2 ces liaisons L_2^1 particulières. Si, suivant la même méthode que pour les liaisons du premier ordre, nous considérons le système $S + S_1$ soumis à la liaison réalisante $\mathfrak{L}_1$ et *si nous donnons à ce système* $S + S_1$,

soumis à une liaison du premier ordre, linéaire ou non, des mouvements parfaits, il en résulte pour S des mouvements concrets qui sont indépendants de S_1, de la réalisation parfaite choisie et sont déterminés complètement et sans ambiguïté par les valeurs initiales des q et des q'. Ces mouvements seront par définition les mouvements parfaits de S soumis à L_2^2 et leurs équations montrent qu'ils vérifient le principe de M. Appell.

Si, maintenant, on prend une liaison L_2^1 quelconque, les L_2^2 n'étant pas exclues, on possède des réalisations $\mathfrak{L}_1$, mais qui ne sont pas parfaites et donnent des équations intermédiaires. En prenant $\mathfrak{L}_1$ dépendant de constantes arbitraires, on peut, comme dans le cas du premier ordre, faire en sorte que ces équations intermédiaires deviennent, à la limite, des identités et arriver ainsi à la notion de *réalisation à tendance parfaite d'une liaison* L_2^1 *par une liaison* $\mathfrak{L}_1$ *non linéaire*. On sera encore conduit à des mouvements limites satisfaisant bien aux conditions des mouvements parfaits et qui, dans le cas d'une L_2^2, coïncident avec les mouvements parfaits précédemment définis. Nous les prendrons comme définition des mouvements parfaits et leurs équations montrent qu'ils vérifient encore le principe de M. Appell.

D'où cette conclusion :

La notion de mouvement parfait existe réellement pour tous les systèmes de première classe et les mouvements obtenus satisfont toujours au principe de M. Appell.

5. Quelle est la notion générale de mouvement concret ?

Soit $S + S_1$ le système total soumis à la liaison réalisante $\mathfrak{L}$. Il nous faut pouvoir définir le mouvement de $S + S_1$ indépendamment de toute réalisation, c'est-à-dire le mouvement parfait de $S + S_1$ qui doit ainsi être de première classe. Ainsi :

Les mouvements concrets d'un système soumis à une liaison quelconque L *s'obtiennent au moyen des mouvements parfaits fournis par les réalisations de première classe de la liaison* L.

Ils sont donc fournis, dans tous les cas, par l'application du principe de M. Appell au système total $S + S_1$. Ce principe permet ainsi d'écrire, quelles que soient les liaisons imposées à un système, les équations de tous les mouvements dont on peut avoir la notion mécanique; ce qu'on peut exprimer sous la forme :

Le principe de M. Appell est le principe absolument général de la dynamique

des systèmes sans frottement, à nombre fini de paramètres et soumis à des liaisons d'ordre quelconque.

6. Il est à remarquer qu'on peut développer une théorie analogue pour les systèmes soumis à des percussions données sans modification des liaisons. La première classe sera limitée aux liaisons L_1 linéaires par rapport aux q', de sorte que, pour les liaisons de première classe, il y aura toujours des réalisations parfaites et l'on n'aura pas à introduire les réalisations à tendance parfaite.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les déformations de certains systèmes élastiques.* Note de M. B. **Mayor**, présentée par M. Appell.

Le principe de la réciprocité des déplacements de Maxwell permet, comme je l'ai indiqué antérieurement [1], de définir un complexe quadratique qui joue, dans l'espace, un rôle analogue à celui de l'ellipse d'élasticité des systèmes plans. Mais il peut conduire encore à des éléments géométriques d'un usage plus général et qui n'ont été signalés ni dans le cas du plan ni dans celui de l'espace.

Considérons, en effet, un solide élastique assujetti à des liaisons quelconques, mais constitué, par exemple, de manière qu'on puisse l'assimiler aux poutres à fibre moyenne qu'envisage la Résistance des matériaux et dont les sections transversales conservent une forme invariable.

Si, dans une section déterminée mais quelconque S' de cette poutre, on applique un système de forces ou *dyname* X, une autre section S'', quelconque également, subit un déplacement représenté par un système de rotations que nous appellerons le *torseur* Y. D'ailleurs, en désignant par $x_1, x_2, \ldots, x_6$ les coordonnées de X relativement à un système de six complexes linéaires, et par $y_1, y_2, \ldots, y_6$ les coordonnées du torseur Y relativement au même système, le principe de la superposition des effets des forces montre immédiatement qu'on a, en désignant par a'_{ik} des coefficients constants,

$$(1) \qquad y_i = \sum_{k=1}^{k=6} a'_{ik} x_k \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6).$$

[1] *Bulletin technique de la Suisse romande*, 25 juin 1908, et *Statique graphique des systèmes de l'espace*. Gauthier-Villars, 1910.

Inversement, lorsqu'on suppose le dyname X appliqué à la section S″, les coordonnées du torseur qui définit le déplacement subi par S′ ont pour expressions

$$\text{(II)} \qquad y_i = \sum_{k=1}^{k=6} a''_{ik} x_k \quad (i = 1, 2, \ldots, 6).$$

D'autre part si, comme nous le supposerons dans la suite, les complexes coordonnés forment un système fondamental de Klein, la relation quadratique correspondante étant, en outre, réduite à la forme canonique

$$\sum x_i^2 = 0,$$

le principe de la réciprocité montre immédiatement qu'on a, quels que soient les indices i et k,

$$a'_{ik} = a''_{ki}.$$

En posant alors

$$a'_{ik} + a''_{ik} = 2A_{ik}, \qquad a'_{ik} - a''_{ik} = 2B_{ik},$$

et

$$\text{(III)} \qquad u_i = \sum_{k=1}^{k=6} A_{ik} x_k \quad (i = 1, \ldots, 6),$$

$$\text{(IV)} \qquad v_i = \sum_{k=1}^{k=6} B_{ik} x_k \quad (i = 1, \ldots, 6),$$

les formules de transformation (I) et (II) prennent respectivement les formes suivantes :

$$\text{(I')} \qquad y_i = u_i + v_i,$$

$$\text{(II')} \qquad y_i = u_i - v_i.$$

Or le Tableau des coefficients A_{ik} est symétrique par rapport à sa diagonale principale. La transformation définie par les formules (III) est alors du type de celle que j'ai déjà signalée et dépend essentiellement d'un complexe quadratique ayant

$$\sum A_{ik} x_i x_k = 0$$

pour équation. A un dyname X elle fait correspondre un torseur U qu'on peut qualifier de *principal* et qui, d'ailleurs, ne change pas lorsque, sans changer X, on intervertit les rôles des deux sections S′ et S″.

Au contraire, la transformation définie par les formules (IV) est d'un type tout différent et fait correspondre à X un torseur V que nous appellerons le *torseur auxiliaire*. Comme on a évidemment $B_{ik} = - B_{ki}$, le déterminant de cette transformation est un déterminant symétrique gauche réductible, dans le cas de l'espace, à un carré parfait. On a d'ailleurs identiquement

$$\sum_1^6 v_i x_i = 0,$$

et le complexe d'action du torseur auxiliaire est toujours en involution avec le complexe d'action du dyname correspondant. Par suite, la correspondance qui relie ces complexes d'action est telle que les six complexes qui se correspondent à eux-mêmes sont très spéciaux et l'on peut démontrer qu'en général les directrices de ces complexes spéciaux forment un tétraèdre. De plus, en choisissant précisément ce tétraèdre comme système de référence, les formules de transformation se réduisent à la forme canonique

$$v_i = p_i x_i \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6),$$

dans laquelle les coefficients p_i, qui correspondent à deux arêtes opposées, sont toujours égaux, mais de signes contraires.

A l'aide de ces résultats l'interprétation des formules (I′) et (II′) est immédiate et l'on voit que lorsqu'un dyname X agit dans la section S′, le déplacement de S″ est représenté par le torseur résultant du torseur principal U et du torseur auxiliaire V qui correspondent à X; lorsqu'au contraire X agit dans S″, le déplacement de S′ est donné par le torseur résultant du même torseur principal U et d'un torseur auxiliaire qui ne diffère de V que par le changement de sens de sa résultante générale. Enfin, lorsque les deux sections S′ et S″ coïncident, le torseur auxiliaire s'évanouit et l'on retrouve les résultats connus.

Il est bien évident que les formules inverses de (I) et (II) donnent lieu à des interprétations analogues et que tout ce qui précède subit, dans le cas des systèmes plans, des simplifications considérables, dont la plus importante résulte du fait que le déterminant de la transformation (IV) s'annule toujours.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Les bases géométriques de la mécanique statistique*. Note de M. ÉMILE BOREL.

On sait quelle est l'importance qu'ont prise en physique moléculaire les considérations empruntées à l'espace à N dimensions, N étant un nombre très grand (de l'ordre de 10^{24}). Je suis persuadé qu'il y aurait grand intérêt à étudier à part les propriétés géométriques d'un tel espace, en les séparant nettement des conséquences déduites de la forme particulière des équations de la dynamique (théorème de Liouville). J'ai déjà indiqué, il y a quelques années [1], comment, dans le cas le plus simple, la loi de répartition des vitesses de Maxwell équivaut à une propriété élémentaire des sphères à N dimensions. Je resterai aujourd'hui sur le terrain purement géométrique, réservant pour une autre occasion les applications mécaniques.

I. *Définitions*. — Je conviendrai de dire que N^α est *très grand d'ordre* α et que $N^{-\alpha}$ est *très petit d'ordre* α. Il importe de se rappeler qu'une quantité très petite est d'autant plus petite que son ordre de petitesse est plus grand; si cet ordre dépasse $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ elle est inférieure aux plus petits rapports accessibles à l'expérience (10^{-8} à 10^{-6}).

On pourrait donner une forme abstraite entièrement rigoureuse à ce qui va suivre en supposant N *infiniment* grand et remplaçant *très* petit par *infiniment* petit.

II. *Figures régulières*. — Une *sphère* Σ de rayon unité est définie par l'équation

$$\sum_1^N x = 1\,;$$

une *zone* est une portion de la sphère comprise entre deux *plans* parallèles (par exemple, entre deux plans $x_1 = \text{const.}$); cette *zone* est *équatoriale* si elle est partagée en deux parties égales par un plan diamétral; la *hauteur* de la zone est la distance des deux plans qui la limitent.

Cela posé, on peut affirmer qu'il suffit que la hauteur d'une zone équa-

[1] *Sur les principes de la théorie cinétique des gaz* (*Annales de l'École Normale*, 1906).

toriale atteigne ou dépasse un nombre *très petit* d'ordre inférieur à $\frac{1}{2}$ pour que cette zone, en surface et en volume, comprenne *presque toute* la sphère; d'une manière plus précise, la portion de la sphère non comprise dans cette zone équatoriale est, en surface et en volume, très petite d'ordre très élevé par rapport à la surface totale ou au volume total. Les mêmes propriétés subsistent si l'on considère la partie commune à un nombre très grand (d'ordre fini) de zones équatoriales dont les hauteurs atteignent ou dépassent un même nombre très petit d'ordre h inférieur à $\frac{1}{2}$ (la différence $\frac{1}{2} - h$ n'étant pas un nombre très petit).

Le « cube » à N dimensions a des propriétés analogues à celles de la « sphère »; il faut remplacer la zone équatoriale par la portion de ce « cube » comprise entre deux plans équidistants du centre et perpendiculaires à une même diagonale. On a aussi un théorème analogue pour le solide qui généralise le tétraèdre régulier.

III. *Solides irréguliers.* — Un ellipsoïde rapporté à ses axes

$$\sum_{1}^{N} a_i x_i^2 = 1$$

diffère d'autant plus de la sphère, c'est-à-dire est d'autant moins régulier, que les a_i diffèrent plus entre eux. On est naturellement conduit à prendre pour mesure de l'irrégularité un rapport tel que celui de la moyenne des carrés des a_i au carré de leur moyenne. Si ce rapport est très grand d'ordre supérieur à $\frac{1}{3}$, par exemple, l'ellipsoïde sera dit très irrégulier.

Lorsqu'un ellipsoïde n'est pas très irrégulier, sa surface est presque entièrement très voisine de celle d'une sphère qu'on peut appeler *sphère médiane*. Plus précisément, considérant deux sphères concentriques, l'une extérieure, l'autre intérieure à la sphère médiane et en différant très peu, la portion de la surface de l'ellipsoïde non comprise entre ces deux sphères est très petite par rapport à la surface totale. Cette propriété a des applications évidentes à toutes les questions dans lesquelles intervient le rayon vecteur de l'ellipsoïde.

IV. *Solides très irréguliers.* — L'étude des solides *absolument* irréguliers paraît malaisée; il semble même difficile, sinon impossible, de *définir*, au moyen de données en *nombre limité*, un tel solide de telle manière qu'il soit connu d'une manière précise, c'est-à-dire distingué de tous les autres. Un cas particulier intéressant et accessible est le suivant : l'équation qui définit

le solide peut être regardée comme la somme d'un petit nombre d'équations dont chacune définit un solide qui n'est pas très irrégulier (dans un espace dont le nombre de dimensions est de l'ordre de grandeur de N); il peut y avoir aussi dans l'équation un petit nombre de termes très irréguliers qu'on traitera à part. Il est possible, de bien d'autres manières, de définir un solide très irrégulier au moyen d'un petit nombre de solides qui ne sont pas très irréguliers.

V. *Remarque finale.* — On voit que la méthode que je viens d'esquisser consiste à étudier d'abord les solides réguliers, puis les solides qui ne sont pas très irréguliers, puis des classes particulières de solides très irréguliers. Il convient d'observer que des constantes a_i choisies au hasard dans un domaine borné conduisent en moyenne à une irrégularité bien plus faible que l'irrégularité moyenne des solides que nous considérons comme n'étant pas très irréguliers; on pourrait aussi arriver aux cas particuliers d'irrégularités signalés à la fin de IV en choisissant les constantes dans un petit nombre de domaines bornés très différents les uns les autres. Les propriétés des solides ainsi obtenus me paraissent pouvoir rendre des services dans l'étude de certaines questions soulevées par la théorie de l'équipartition de l'énergie.

PHYSIQUE. — *La foudre fuit-elle les conducteurs doués de self? Coup de foudre en spirale.* Note [1] de M. J. **Bergonié**, présentée par M. d'Arsonval.

L'observation des coups de foudre peut donner des renseignements utiles pour consolider ou détruire certaines idées que nous nous formons *a priori* sur ces décharges atmosphériques dont la forme, l'énergie et les lois de propagation nous sont encore absolument inconnues. Le fait suivant n'a pas d'autre intérêt.

Il s'agit d'un coup de foudre survenu dans la nuit du 20 au 21 mars dernier dans la commune de Saint-Morillon, non loin du lieu dit *La Flouquette*, à la cote 34 environ.

En ce point, qui est un point culminant souvent frappé par la foudre, une ligne à trois fils, dont deux pour le téléphone, l'autre pour le télégraphe, suit le chemin

(1) Présentée dans la séance du 9 avril 1912.

n° 2 allant de Saint-Morillon à La Brède. Cette ligne est équipée sur des poteaux en bois de pin ordinaire doublés aux tournants brusques de la route. Au moment du coup de foudre, les deux bureaux de La Brède et Saint-Morillon furent atteints par le fluide. Notamment, à Saint-Morillon, tous les fusibles des lignes téléphoniques furent fondus; les couvercles de porcelaine éclatèrent, le câble d'entrée ou plomb fut endommagé, les parafoudres grillés et les lignes mises hors d'usage. L'employé et sa femme aperçurent dans la nuit, à travers la porte vitrée de leur chambre, une lueur très intense et instantanée accompagnée d'un grand bruit.

J'ai pu examiner, trois jours après le coup de foudre, l'état des poteaux télégraphiques et les arbres voisins le long de la ligne frappée. Une dizaine de poteaux avaient été touchés plus ou moins gravement, tous situés aux points culminants et découverts : les plus atteints étaient sur le sommet, du côté de *La Flouquette*. Deux poteaux ont été complètement émiettés jusqu'au ras du sol; les fragments d'un poids variant entre 1^{kg} et 50^{g} avaient été projetés et couvraient un cercle de plus de 15^{m} de diamètre dont le point d'implantation du poteau occupait le centre. Deux autres poteaux moins atteints étaient restés debout, mais leurs bois étaient fendus, comme s'ils avaient éclaté, et l'une des moitiés, à certains endroits, semblait s'être déplacée dans le sens de la longueur par rapport à l'autre.

Les deux autres poteaux avaient été moins atteints, mais d'une manière toute particulière : *le météore avait suivi sur eux une ligne spirale* partant du boulon fixant les isolateurs et arrivant jusqu'au sol. Sur cette ligne creusée comme avec une gouge, le bois était enlevé sur une largeur de 5^{cm} à 7^{cm} et une profondeur de 1^{cm} à 3^{cm}. Pour l'un des poteaux, la spirale est irrégulière et il s'y mêle des éclatements et des déplacements de l'une des moitiés par rapport à l'autre : mais pour l'autre, la spirale est d'une *pureté* presque parfaite : elle fait un tour et demi de spire jusqu'au sol avec un pas de $2^{m},60$. Inutile de dire que, le long du poteau en question, il n'y avait ni fil de fer, ni veine plus ou moins pourrie ou conductrice, aucune cause expliquant simplement le chemin parcouru.

Il semble bien, d'après ces faits, que les décharges atmosphériques le long des conducteurs verticaux puissent suivre un trajet en spirale, d'une manière pour ainsi dire spontanée. S'il en est ainsi, d'où vient cette horreur que nous attribuons à la foudre pour les conducteurs doués de la moindre self?

PHYSIQUE. — *Sur la stabilité des tourbillons cellulaires.* Note de M. C. Dauzère, présentée par M. Deslandres.

Dans une Note récente ([1]), M. Bénard a montré l'analogie du relief lunaire avec celui des plaques de cire solidifiée que j'ai obtenues en 1907 dans des expériences sur les tourbillons cellulaires ([2]). J'ai repris récemment ces expériences.

J'ai opéré d'abord avec de la cire d'abeilles blanche du commerce. La substance, préalablement fondue et filtrée, est versée en couches minces sur un bain de mercure de 8^{cm} d'épaisseur et 20^{cm} de diamètre chauffé au bain de sable. La surface du mercure reste parfaitement plane quand on la chauffe; elle forme un miroir d'une horizontalité parfaite qui permet l'observation et la photographie des tourbillons par les procédés optiques de M. Bénard ([3]).

Dans cet appareil, les tourbillons s'établissent presque immédiatement dans toute la nappe, après qu'on a versé la cire et se régularisent peu à peu, en général, si l'on maintient la température constante, à 90° par exemple. La grande mobilité de la surface du mercure, qui est agitée par les trépidations du sol, ne diminue en rien la stabilité des tourbillons et ne trouble jamais leur formation et leur régularisation; elle semble au contraire la favoriser dans certain cas en donnant aux tourbillons des impulsions qui les aident à surmonter l'inertie qu'ils opposent à tout changement de forme.

Par contre, la stabilité varie beaucoup avec la composition de la substance et avec la température. Par exemple, il suffit de faire bouillir quelques minutes avec l'eau la cire blanche du commerce pour changer complètement les phénomènes, bien que la composition de la substance ait été très peu modifiée. Dans la cire ainsi traitée, ou bien la division cellulaire met très longtemps à s'établir dans toute la nappe, ou bien, une fois établie, elle se détruit peu à peu quand on maintient la température constante entre 80° et 100°. On voit les tourbillons se détacher les uns des autres

([1]) *Comptes rendus*, 29 janvier 1912, p. 260.

([2]) C. Dauzère, *Recherches sur la solidification* (*Journal de Physique*, 4e série, t. VI, p. 892; 4e série, t. VII, p. 930).

([3]) H. Bénard, *Les tourbillons cellulaires dans une nappe liquide* (*Revue générale des Sciences*, 1900, p. 1328).

en se contractant, leur image dans le champ devient de plus en plus pâle, et la plupart finissent par disparaître, la surface de la cire devenant plane. Au bout d'une demi-heure ou trois quarts d'heure de chauffe à 85°, il ne reste plus que quelques rares tourbillons isolés, disséminés dans la nappe; ces derniers, quoique bien affaiblis, peuvent subsister pendant plusieurs heures, sans que leur nombre augmente ou diminue, pourvu que la température reste constante. On peut dans la nappe, devenue homogène dans presque toute son étendue, créer artificiellement d'autres tourbillons en agitant la cire avec une baguette de verre; mais ces tourbillons ne sont pas stables, ils ne tardent pas à disparaître quand on abandonne le liquide au repos.

La forme des tourbillons isolés qui restent dans la nappe varie avec la durée du traitement auquel on a soumis la cire. Si l'ébullition avec l'eau n'a duré que quelques minutes, les tourbillons sont circulaires ou elliptiques; en mettant au point les cuvettes concaves de M. Bénard, on y distingue au centre un point brillant entouré d'un anneau sombre, autour duquel se trouve un bourrelet clair. Si l'ébullition a été prolongée pendant 10 à 15 minutes, les tourbillons ont des formes irrégulières ramifiées extrêmement variées et qu'il est impossible de décrire.

La stabilité des tourbillons restants est en relation avec la température. Si la température baisse, les tourbillons se contractent et disparaissent les uns après les autres et la surface devient plane dans toute son étendue. Si la température s'élève, les tourbillons grossissent et se multiplient par scissiparité, d'après le mécanisme qui a été décrit par M. Bénard pour la modification de l'état permanent avec la température. Un tourbillon d'abord circulaire grossit, s'allonge dans une direction, s'étrangle en un point de sa longueur, puis une cloison s'établit en ce point donnant deux cellules-filles contiguës, lesquelles grossissent à leur tour et se divisent comme la première, et ainsi de suite.

On obtient ainsi des familles de cellules en chapelets ou en amas, provenant chacune de la multiplication d'une seule cellule-tourbillon initiale. Les différents amas sont séparés les uns des autres par de larges espaces sans tourbillons, où les poussières en suspension dans le liquide ne se déplacent pas sensiblement; la surface de la nappe est à peu près plane dans ces régions, mais pas complètement, car on y aperçoit des filaments parallèles peu apparents appelés *coupures* de M. Bénard, et qui sont l'indice d'une convection très faible. Ces parties à peu près planes de la nappe diminuent peu à peu d'étendue, par suite de la multiplication rapide des tourbillons.

On peut ainsi, en faisant croître lentement la température, suivre pendant une heure ou deux la multiplication des cellules jusqu'à l'envahissement complet du champ, la vitesse de la transformation étant d'ailleurs réglée par la vitesse de la variation de

température. Quel que soit le point de départ, on obtient finalement la division de la nappe tout entière en cellules hexagonales contiguës, dont les dimensions paraissent être peu influencées par la forme des tourbillons initiaux.

Les phénomènes que je viens de décrire ressemblent beaucoup à ceux que présentent des cellules de ferments ou de microbes (levure de bière, mycoderma aceti, etc.). L'aspect de la nappe est celui qu'on observe quand on examine au microscope une goutte d'un bouillon de culture où se développent ces petits organismes; le mode de croissance et de multiplication est le même dans les deux cas. L'analogie signalée par M. Bénard entre les cellules-tourbillons et les cellules vivantes est ici vérifiée à un degré élevé.

En résumé, j'ai obtenu par convection calorifique dans une nappe liquide de faible épaisseur des tourbillons cellulaires isolés dont la stabilité diffère beaucoup de celle des tourbillons de M. Bénard. Cette différence me semble pouvoir s'expliquer par une modification de la tension superficielle du liquide résultant du traitement auquel il a été soumis (ébullition de la cire avec l'eau). On sait en effet que des variations très faibles dans la composition d'un liquide entraînent des variations notables dans la tension superficielle.

PHYSIQUE. — *Remarques sur la Communication précédente* (de M. Dauzère), par M. **Deslandres**.

M. Deslandres est heureux d'appeler l'attention sur les belles recherches de M. Dauzère, relatives aux courants de convection et aux tourbillons cellulaires qui se forment dans un liquide en couche mince, chauffé par le bas, ou abandonné ensuite au refroidissement dans l'air ambiant.

Ces phénomènes ont été déjà étudiés et de façon vraiment remarquable par M. Bénard qui, en réalité, a ouvert la voie, a reconnu plusieurs faits primordiaux, et a indiqué des méthodes simples et ingénieuses pour leur étude expérimentale. M. Dauzère a repris plusieurs expériences de M. Bénard, et a pu les compléter.

La division du liquide entier en cellules tourbillons, polygonales et juxtaposées, a été reconnu par M. Bénard, qui a annoncé leur persistance jusqu'à la solidification, et ce fait curieux que les premières parties solidifiées sont les limites des cellules. M. Dauzère, de son côté, a obtenu des couches liquides solidifiées, qui montrent avec une netteté frappante la division cellulaire antérieure; et même certaines de ces couches ont toutes

les particularités des régions de la Lune occupées par des cirques et si bien visibles avec tous leurs détails sur les belles photographies de MM. Lœwy et Puiseux. Il y a là un rapprochement qui intéresse fortement les astronomes.

Cependant on peut objecter que, dans les expériences de Bénard, la division en polygones existe dans le liquide entier; et que, dans la Lune, elle est limitée à une partie restreinte de la surface. Les expériences de M. Dauzère, exposées aujourd'hui, enlèvent à cette objection sa valeur. En effet, certaines modifications, au premier abord légères, changent profondément le régime des tourbillons; ils sont beaucoup moins stables avec des formes différentes, et au lieu d'être juxtaposées étroitement comme dans les premières expériences, ils se montrent isolés, et persistent isolés parfois pendant longtemps. Il reste à reconnaître les causes précises qui entraînent ces changements curieux.

Ces expériences peuvent fournir des indications utiles à la Météorologie et à l'Astronomie. J'ai remarqué plusieurs fois déjà que l'union d'un cyclone terrestre et d'un anticyclone était assimilable à un tourbillon cellulaire des liquides, et j'ai noté dans l'atmosphère du Soleil des polygones accolés, comparables à ceux de la Lune et des liquides.

A tous égards, il convient de poursuivre les recherches de MM. Bénard et Dauzère jusqu'au complet éclaircissement de la question.

PHYSIQUE. — *Sur un électro-chronographe à étincelles synchronisées.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. P. Villard.

Dans les dispositifs enregistreurs très rapides fondés sur l'emploi de la photographie, il est très souvent utile de pouvoir enregistrer périodiquement le temps. Ce problème se pose, par exemple, pour la méthode électro-phonographique que j'ai décrite il y a quelques mois (1), et qui a pour objet d'enregistrer, au moyen de microphones agissant sur des oscillographes, les vibrations produites par des corps sonores plongés, soit dans l'air, soit dans l'eau.

On peut, comme je l'ai exposé récemment (2), obtenir ce résultat en

(1) *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences de Dijon*, août 1911. — L'enregistrement de la voix humaine avait déjà été réalisé par M. Devaux-Charbonnel, et antérieurement par moi-même.

(2) *Application de la syntonie acoustique et électrique à l'hydrotélégraphie* (*Comptes rendus*, t. 152, p. 157, séance du 6 juin 1911).

inscrivant, avec un oscillographe, sur la même bande photographique que les oscillations des courants téléphoniques, les oscillations de voltage aux bornes d'un électro-diapason de fréquence connue et bien régulière.

Mais ce dispositif ne suffit pas pour mesurer les phénomènes avec une grande précision, car il reste à établir la concordance entre les différentes courbes ([1]).

La seule méthode qui permette de déterminer sûrement les points correspondants des différentes courbes à un instant donné, consiste dans la production d'étincelles lumineuses éclairant, pendant un instant très court, la fente ou la lentille cylindrique placée devant la bande photographique; il suffit alors, pour supprimer l'enregistrement oscillographique de l'électro-diapason, de répéter ces étincelles à des intervalles parfaitement réguliers et de durée connue.

On peut à cet effet faire vibrer le trembleur de la bobine d'induction qui produit les étincelles, non pas directement ([2]), mais par l'action d'un courant réglé lui-même par un électro-diapason bien régulier et avantageusement muni du dispositif de M. Guillet. En dérivation aux bornes, la bobine de cet électro-diapason est alimentée, sous une tension de 6 volts environ, par un petit électro-aimant agissant sur un trembleur indépendant formé d'une épaisse lame vibrante, de fréquence propre notablement supérieure à celle de l'électro-diapason (par exemple, 300 vibrations doubles pour un électro-diapason de 200 vibrations doubles). Cette condition permet de syntoniser très bien le trembleur avec l'électro-diapason tout en restant assez loin du point de résonance pour éviter de grandes variations dans l'amplitude

---

([1]) On pourrait tracer des lignes de concordance à l'aide d'une équerre, si les déplacements de la bande photographique étaient rigoureusement parallèles aux bords de la bande, et si les spots, qui inscrivent les différentes courbes, se trouvaient toujours rigoureusement sur une même perpendiculaire à ces bords.

Mais, en pratique, ces conditions sont rarement remplies; il suffit, par exemple, que la lentille cylindrique de concentration qui forme les spots et ses génératrices soit légèrement oblique par rapport à l'horizontale, pour que les spots se déplacent eux-mêmes suivant des lignes obliques.

([2]) J'ai essayé aussi dans ce but l'emploi des bobines d'induction à trembleur vibrant à une fréquence assez élevée pour donner une note musicale. Mais les trembleurs de ce genre, bien que parfaitement utilisables et plus simples, n'ont pas un fonctionnement aussi rigoureusement constant que les électro-diapasons, pour lesquels, grâce aux travaux de M. A. Guillet (*Comptes rendus*, 27 septembre 1909), on dispose actuellement de procédés de réglage précis et durables.

des vibrations, comme il s'en produit près de la résonance. La fréquence de 200 est un minimum pour la pratique.

Ce vibrateur porte un contact en platine, qui ouvre et ferme le circuit primaire d'une petite bobine d'induction, et qui est shunté à la manière ordinaire par un condensateur; le secondaire de la bobine d'induction charge un autre condensateur de quelques millièmes de microfarad, qui se décharge dans un déflagrateur à pointe métallique anti-arc (fer, zinc ou magnésium, etc.) donnant une longueur d'étincelle d'un ou deux millimètres; ce sont ces étincelles qui, jaillissant à chaque rupture du contact du trembleur, servent à éclairer la fente ou la lentille cylindrique; dans les deux cas, elles produisent instantanément sur le papier photographique une raie transversale qui en occupe toute la largeur et qui établit la concordance entre les différentes courbes enregistrées; mais le résultat ne peut être satisfaisant que si l'étincelle jaillit toujours exactement à la même phase du mouvement vibratoire et si elle est unique.

Si l'on ne prend pas de précaution spéciale, il se produit souvent plusieurs raies au lieu d'une seule et, en tout cas, les raies ne sont pas équidistantes; cette difficulté est éliminée par un parfait amortissement magnétique et électrique du système producteur d'étincelles. D'une part, j'ai amorti le contact du trembleur en le montant sur un support flexible, qu'on serre au moyen d'un tampon de caoutchouc pressé par une vis de réglage; il n'y a ainsi aucune vibration du contact. D'autre part, j'ai amorti les circuits électriques par l'introduction d'une résistance électrique suffisante pour rendre presque apériodiques les oscillations électriques engendrées dans le circuit primaire par la présence du condensateur; la résistance d'amortissement peut être placée dans l'un ou l'autre des deux circuits de la bobine, mais il est plus commode de la placer dans le circuit primaire. En étouffant ainsi les oscillations électriques, on empêche tout rallumage intempestif de l'étincelle au contact du trembleur (1).

La régularité des étincelles est vérifiée d'une manière rigoureuse en enregistrant sur la même bande les vibrations de l'électro-diapason lui-même; mais on peut aussi faire la vérification par la méthode stroboscopique, en éclairant par les étincelles des traits de repère tracés sur l'extrémité d'une

(1) Un autre procédé conduisant à peu près aussi efficacement au même résultat, consiste dans l'emploi de self-inductions, ou capacités additionnelles, calculées de façon que la période propre d'oscillation du circuit secondaire devienne trop longue pour permettre le rallumage de l'étincelle avant le retour du trembleur au contact; l'étincelle reste alors unique.

des branches de l'électro-diapason et en observant ces traits par rapport à un micromètre fixe. Tant que les étincelles ne sont pas bien réglées, ou si l'on opère un éclairage par une source indépendante, le trait de repère couvre plusieurs divisions de la graduation; dès que le réglage est obtenu, il se fixe sur une seule division et est parfaitement net; ce qui démontre une fixité parfaite de la phase à laquelle jaillit l'étincelle.

Ce dispositif d'étincelle synchronisé avec un électro-diapason rend rigoureuse la méthode électro-photographique (enregistrement et mesure des vibrations sonores par l'oscillographe), et peut recevoir, d'autre part, de nombreuses applications ([1]).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des différences de phase de deux courants alternatifs.* Note de M. C. CAMICHEL, présentée par M. P. Villard.

I. La considération des champs tournants dans l'espace ne présente pas en général d'intérêt pour les machines industrielles qui sont symétriques autour d'un axe, mais il n'en est pas de même dans les appareils de mesure et il peut être utile dans ce cas d'envisager un champ dont les trois composantes sont : $x = f_1(t)$, $y = f_2(t)$, $z = f_3(t)$, f_1, f_2, f_3 étant trois fonctions périodiques du temps de même période T.

En particulier, si l'on compose trois champs rectangulaires sinusoïdaux : $x = \mathrm{H}\cos\omega t$, $y = \mathrm{H}\sin\omega t$, $z = \mathrm{H}\sin(\omega t - \varphi)$, le champ résultant tourne dans un plan P dont la tracée sur le plan des xy fait avec l'axe des x l'angle φ. L'orientation du plan P indique donc la différence de phase φ, elle peut être déterminée par une plaque de tôle mince qui se place d'elle-même parallèlement au plan P, soit plus simplement par une bobine plate B supportée par une suspension à la Cardan; cette bobine est reliée à un téléphone dont le son s'éteint quand le plan des spires est parallèle au plan P.

II. La différence de phase peut aussi être mesurée par un procédé analogue à celui qu'on utilise en optique et qui consiste à analyser une

([1]) On peut l'employer, par exemple, concurremment à la méthode de MM. L. Benoist et L. de Ricard, comme méthode chronographique pour l'étude des obturateurs photographiques. On peut l'employer également pour obtenir, en télégraphie sans fil, des étincelles musicales de fréquence rigoureusement constante, pour l'envoi des signaux vibrés sur des lignes télégraphiques ou téléphoniques, etc.

vibration elliptique en la rendant rectiligne par un *compensateur* et en l'éteignant par un *nicol* qui fait apparaître une *frange noire*. Le compensateur est constitué en électricité par une self-induction ou une capacité, variables d'une façon continue et connue à chaque instant; quant au nicol il est remplacé par une bobine plate B reliée à un téléphone.

L'appareil est donc constitué par deux bobines horizontales rectangulaires, sans fer, traversées par les deux courants dont on veut mesurer la différence de phase et par une bobine plate mobile autour d'un axe vertical parallèle au plan de ses spires. Quand le champ tournant produit est elliptique, la bobine exploratrice fait entendre un son qui ne s'éteint pour aucune position. Quand les deux champs sont en concordance de phase, ou décalés d'une demi-période, l'extinction du son a lieu complètement. La détermination se fait très facilement.

III. On peut également employer la méthode suivante : un transformateur à noyau de fer feuilleté a son primaire formé par deux enroulements a et b identiques; le secondaire c est relié à un téléphone. Les coefficients de self-induction étant l_1 pour l'enroulement a, l_2 pour l'enroulement b, le coefficient d'induction mutuelle étant m, on a, si ces enrouements sont identiques,

$$l_1 = l_2 = m.$$

Dans ces conditions si les deux circuits du primaire sont traversés par des courants alternatifs égaux et de sens contraire, la self-induction de chacun d'eux est exactement détruite par l'induction mutuelle.

On dérive sur la même force électromotrice alternative : 1° l'enroulement a et une self variable λ, connue à chaque instant; 2° l'enroulement b et une self inconnue x.

On donne à ces deux dérivations la même résistance ohmique. Lorsque $x = \lambda$, les deux dérivations étant traversées par deux courants égaux et exactement décalés d'une demi-période, tout son s'éteint dans le téléphone.

En d'autres termes, quand l'appareil est réglé, les enroulements a et b qui agissent sur le téléphone, n'interviennent plus que par leur résistance ohmique, et tout se passe comme si les deux dérivations ne contenaient que les deux self-inductions à comparer.

Pour vérifier que l'on a $l_1 = l_2$, on met les deux enroulements a et b en série, le téléphone doit être réduit au silence; une très légère modification de l'un des enroulements donne un son dans le téléphone.

Cet appareil est très facile à construire et les mesures se font avec une

très grande rapidité. On peut ainsi mesurer des coefficients de self-induction même très faibles, par exemple de l'ordre de 10^{-6} henry.

Ce procédé peut rendre des services aux constructeurs, car il permet d'obtenir, avec une très grande facilité et une erreur relative inférieure au millième, des copies des étalons de self-induction. Quand on veut reproduire une self-induction, après le réglage de l'égalité des résistances ohmiques des deux circuits dérivés, on enroule ou déroule le fil sur la bobine à construire jusqu'à ce que l'on obtienne le silence dans le téléphone; pendant le réglage, le fil non utilisé doit être constamment replié sur lui-même de façon à présenter une self-induction nulle, car la moindre boucle est suffisante pour rétablir le son dans le téléphone.

On peut également employer ce procédé à la mesure des capacités.

RADIOACTIVITÉ. — *La radioactivité des sources thermales de Saint-Lucasbad (Hongrie).* Note de M. **B. Szilard**, présentée par M. De Launay.

Parmi les sources très nombreuses du pays, celles-ci se distinguent aussi bien par leur température élevée que par leur abondance extrême. Ce groupe de sources, comprenant une vingtaine de griffons dispersés sur une surface de 1^{ha} environ, produit la quantité remarquable de 40 millions de litres d'eau par 24 heures, soit presque les $\frac{2}{3}$ de la production totale des principales sources françaises, production estimée par M. De Launay [1] à 68 millions de litres.

La température de l'eau des différents griffons varie de 24° à 68°C. et en moyenne peut être estimée à 40°. L'énergie calorique produite par jour s'élève donc à 160 millions de calories [2].

La teneur en matières solides est de $0^g,7$ par litre d'eau; la quantité totale des matières dissoutes entraînées par l'ensemble des sources est de l'ordre de 28^t par jour.

Les expériences ont porté sur les produits (gaz, eau, boue) d'un étang, dit *bain de boue*, alimenté par 17 sources d'un débit total de 26000^{hl} par jour. L'eau de l'étang est pauvre en matières dissoutes ($0^g,73$ par litre) et contient surtout du sulfate de potassium, sodium et calcium, du carbonate de chaux et de magnésium, puis des traces de sulfure et de chlorure de sodium, et de silice. Vu sa faible minéra-

(1) De Launay, *Recherche, captage et aménagement des sources thermominérales*; 1909, p. 202.

(2) Voir les considérations de M. De Launay, même Ouvrage, p. 166.

lisation, sa teneur en chlorures, sulfures, en silice, et considérant sa température et les propriétés radioactives de ses gaz occlus, je suppose que cette eau doit être, au moins en partie prépondérante, d'origine juvénile (¹). La présence des sulfates s'explique facilement par le voisinage direct des sources sulfatées très concentrées provenant d'une montagne voisine et dont les roches supérieures sont riches en pyrites, les inférieures en dolomite (²).

L'eau, d'une température moyenne de 40°, d'une odeur légèrement sulfureuse, a dans l'étang une couleur grisâtre ; cette couleur est due à la quantité considérable de boue que l'eau apporte constamment et que les gaz charriés et exhalés par les sources maintiennent en effervescence permanente.

Les échantillons d'eau, de gaz et de boue, plusieurs de chacun, ont fait l'objet d'analyses, à Paris, dans un laboratoire spécialement installé, six jours après leur extraction. Pour les déterminations, je me suis servi d'un électromètre nouveau dont la description sera ultérieurement donnée.

L'émanation des eaux était extraite par une ébullition prolongée; on a vérifié que l'émanation faisant l'objet des mesures ne provenait pas de sels dissous dans l'eau. Les gaz ont été directement dosés.

Les calculs habituels faits, il résulte de mes expériences que l'eau analysée contient au griffon $33,5 \times 10^{-10}$ curie (³) d'émanation du radium par litre d'eau, soit $45,9 \times 10^{-10}$ curie par gramme de sel dissous; les gaz renferment au griffon $90,8 \times 10^{-10}$ curie d'émanation du radium par litre de gaz.

La quantité hypothétique du radium nécessaire pour fournir la quantité d'émanation charriée par l'eau de l'étang, « puissance radioactive » d'après M. A. Brochet (⁴), serait de l'ordre de $0^g,30$.

La boue était desséchée et mise en solution d'abord à l'aide de l'eau régale, puis par fusion du résidu avec du bisulfate de potassium, ensuite par traitement à l'acide fluorhydrique. On a traité ainsi 200^g de boue et l'on a dosé le radium séparément dans chacune des solutions par la méthode de l'émanation. Elle contient, par gramme, la quantité de radium correspondante à $9,5 \times 10^{-10g}$ bromure de radium. Elle est donc de l'ordre de

---

(¹) A. Gautier, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 436.

(²) Hébert et Munier-Chalmas, *Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale* (*Comptes rendus*, t. 85 et 86, 1877-1878).

(³) Les unités Curie étant adoptées par la Convention internationale, *je propose l'emploi général de cette unité pour les eaux minérales*, en se servant de sa fraction correspondante *à 10^{-10} curie et de rapporter cette unité à 1^l d'eau*. Ainsi l'on obtient des chiffres dont l'ordre varie de 1 à 1000 et par conséquent commodes à employer.

(⁴) *Comptes rendus*, 1910, p. 146.

deux cents fois plus riche en cette substance que les roches granitiques moyennes [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le dosage des sulfates en solution, par la volumétrie physico-chimique.* Note [2] de MM. **Albert Bruno** et **P. Turquand d'Auzay**, présentée par M. Maquenne.

Il y a quelques années, MM. P. Dutoit et Duboux ont eu l'idée d'appliquer les méthodes physico-chimiques à l'analyse des vins et leurs premiers travaux à ce sujet ont fait l'objet en 1908 de deux Communications à l'Académie des Sciences.

La technique opératoire proposée par ces auteurs consiste à additionner de baryte $\frac{N}{4}$ un volume connu de vin, à déterminer la conductivité après chaque addition de baryte et à construire avec les valeurs ainsi obtenues une courbe représentative.

Cette courbe présente plusieurs points singuliers, dont un minimum qui, théoriquement, correspond à la précipitation totale des sulfates en solution.

En appliquant cette technique à de nombreux vins français, comparativement avec la méthode pondérale, nous avons reconnu que la concordance précitée est en défaut dans les trois quarts des cas. Nous avons eu l'explication de ce phénomène en étudiant systématiquement, par les mêmes procédés, des solutions connues renfermant de l'acide sulfurique, du sulfate de potasse, du bitartrate de potasse, de l'acide tartrique et de l'acide malique, soit purs, soit à l'état de mélange.

Il est curieux d'observer tout d'abord que si le bitartrate en solution simple donne une courbe d'allure exclusivement ascendante, les acides tartrique et malique, dans les mêmes conditions, en fournissent une qui montre une première branche descendante, par conséquent un minimum, variable avec la nature et la quantité d'acide en solution, et qui ne correspond évidemment pas à une précipitation de sulfate de baryum.

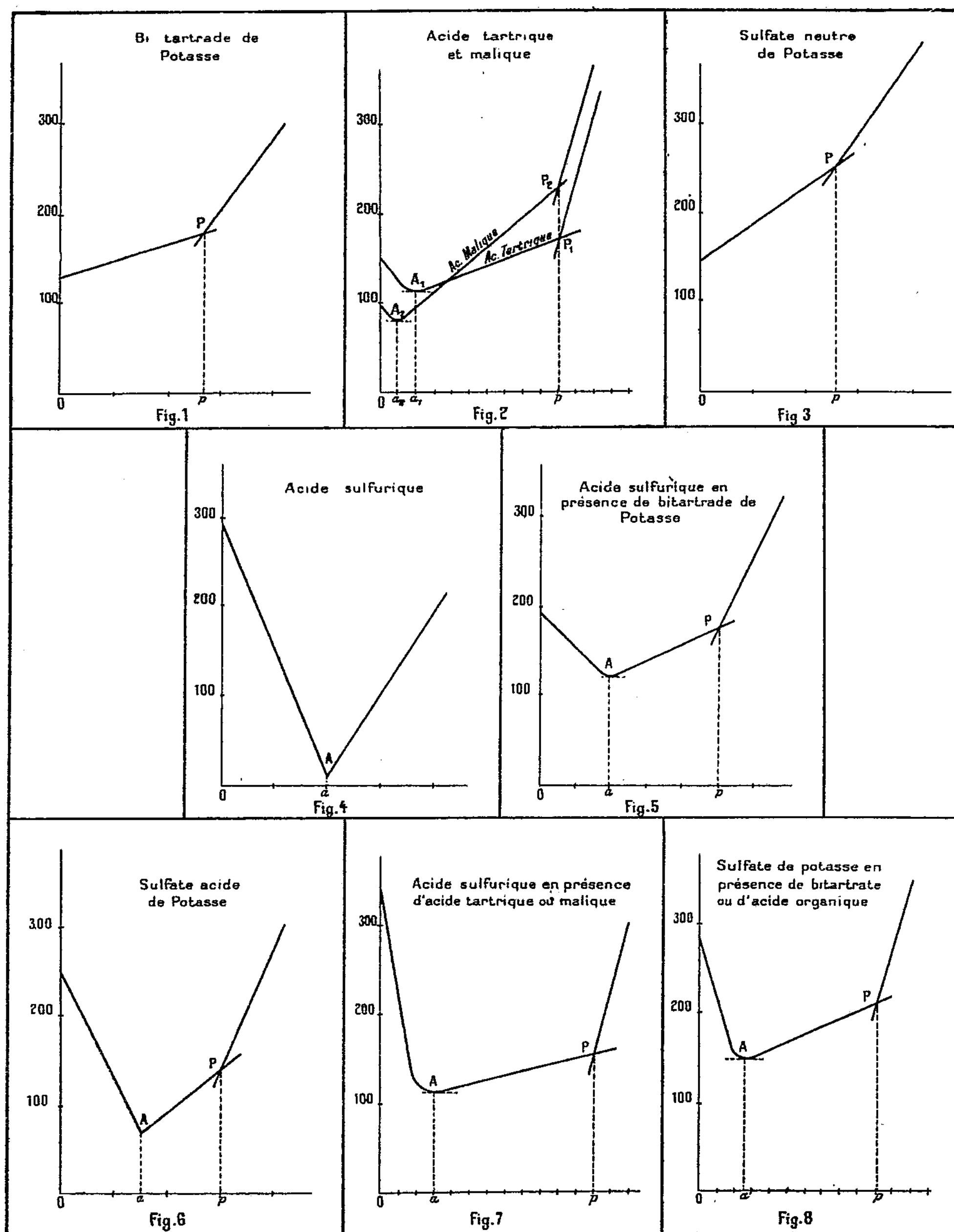
D'autre part, les divers cas où se produit une précipitation de SO^4Ba peuvent se grouper de la manière suivante :

---

(1) D'après Joly (*Radioactivity and Geology*, p. 37), la teneur en radium des granites est de l'ordre de $4,7 \times 10^{-12}$ de radium par gramme de roche.

(2) Présentée dans la séance du 1er avril 1912.

I. *La courbe ne présente pas de minimum.* — C'est le cas d'une solution



simple de sulfate neutre de potassium où le terme de la précipitation est alors marqué par l'intersection de deux droites ascendantes.

II. *La courbe présente un minimum.* — C'est ce qui a lieu dans tous les autres cas que nous avons envisagés, qui peuvent se grouper comme suit :

1° Le minimum correspond *effectivement* et *exclusivement* à la précipitation totale avec :

a. L'acide sulfurique en solution simple;

b. L'acide sulfurique en présence de bitartrate.

La courbe est alors formée de trois droites, dont la première descendante.

2° Le minimum ne correspond *jamais* au terme de la précipitation avec :

c. Le sulfate *acide* de potassium en solution simple;

d. L'acide sulfurique en présence d'acide tartrique ou malique.

Dans le premier cas *c*, le minimum concorde avec la précipitation de la moitié de l'acide sulfurique en solution; il est donc *toujours antérieur* à la précipitation totale.

Dans le second *d* le minimum est *toujours postérieur* à cette précipitation, et nous avons démontré que la saturation de l'acide organique n'a lieu qu'après celle de l'acide sulfurique.

3° Enfin le minimum peut coïncider avec la précipitation totale dans le cas du sulfate de potassium, neutre ou acide, en présence de bitartrate ou d'acides organiques, mais ce n'est là qu'une circonstance purement fortuite sur laquelle on ne peut fonder aucune conclusion ferme. Le minimum peut en effet coïncider avec la précipitation totale comme il peut lui être antérieur ou postérieur, cela dépend des proportions des éléments en présence, et le minimum est avant tout fonction des équilibres complexes qui s'établissent au sein des solutions.

Ces conclusions subsistent entièrement lorsqu'au lieu d'opérer en milieu aqueux, on précipite en liqueur légèrement alcoolisée (8 ou 10 pour 100 d'alcool en volume).

Le cas particulier des vins rentre donc dans ceux du paragraphe II, 3° où, comme nous l'avons vu, la présence de bitartrate ou d'acides organiques vient influencer le dosage physico-chimique des sulfates, alors qu'elle ne modifie en rien leur dosage gravimétrique. Nous avons d'ailleurs vérifié très exactement ce dernier point.

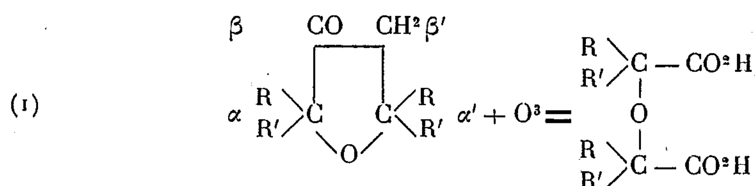
Ainsi sont expliqués les écarts qui existent fatalement entre les résultats de la méthode physico-chimique et ceux de l'analyse ordinaire, par précipitation et pesée du sulfate de baryum.

Ces écarts, qui ont été trouvés 80 fois sur 100 supérieurs à deux centigrammes de sulfate de potasse par litre, montrent que la méthode des conductibilités, appliquée au dosage des sulfates dans les vins, ne comporte aucune certitude de précision, au moins dans sa technique actuelle, c'est-à-dire avec l'emploi exclusif de la baryte comme agent de réaction.

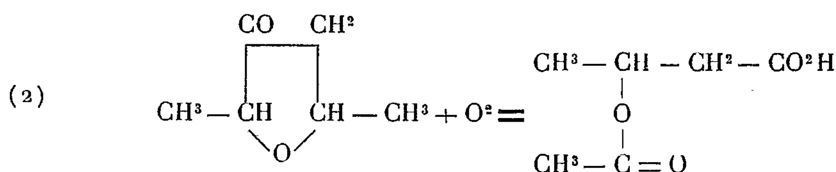
CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation de quelques cétohydrofuranes.* Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

Le permanganate de potassium agit plus ou moins vivement sur les *cétohydrofuranes :* l'oxydation ouvre la chaîne fermée sur la fonction cétonique.

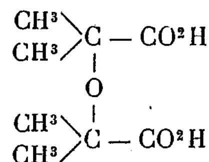
1° Lorsque le carbone substitué voisin de la fonction cétonique est tertiaire, la scission se fait de l'autre côté (en position β, β′) et donne un homologue de l'*acide diglycolique :*

(1) 

2° Dans le cas du *dimethylcétohydrofurane*, la scission se produit au contraire entre la fonction cétonique et le carbone secondaire voisin, pour donner l'*acide acéto-β-oxybutyrique:*

(2) 

1° *Oxydation du tétraméthyl-cétofurane.* — Cette oxydation se produit en liqueur neutre en chauffant légèrement; après addition de la quantité théorique de permanganate, la liqueur neutre filtrée est additionnée d'acétate de plomb. Il se forme un abondant précipité qui peut être cristallisé dans l'eau bouillante. En traitant ce sel de plomb par l'*acide sulfhydrique* et extrayant à l'éther, on obtient l'*acide tétraméthyldiglycolique* pur :



Ce corps cristallise bien dans l'eau et fond à 153°-155°; extrêmement

soluble dans l'alcool, il l'est beaucoup moins dans l'eau et dans l'éther et très peu dans la benzine. La cryoscopie indique, pour poids moléculaire, 185 (th. 190).

MM. Jungfleisch et Godchot [1] ont indiqué la formation d'anhydrides internes par distillation des homologues moins élevés de l'acide diglycolique : l'acide *tétraméthyl-diglycolique* se décompose par distillation, mais je n'ai pu, du produit recueilli, extraire l'anhydride attendu, dont la présence semble toutefois indiquée par le retour d'une forte proportion de ce produit en acide initial par l'action de l'eau.

L'*acide sulfurique* décompose le diacide en donnant de l'oxyde de carbone; l'*anhydride phosphorique* produit le même effet et, en outre, j'ai pu mettre ici en évidence la formation d'acétone (dérivé bisulfitique et semicarbazone). Cette action est donc la même que celle de ces réactifs sur l'*acide oxyisobutyrique* [2]; ce fait confirme la formule adoptée.

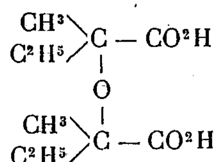
Sel de plomb. — Ce sel, tout à fait caractéristique, cristallise dans l'eau bouillante en longues aiguilles soyeuses, fondant à 266° et présentant à l'analyse la formule : $2C^8H^{12}O^5Pb, 7H^2O$.

Ces 7 molécules d'eau s'éliminent rapidement à 150° et sont reprises intégralement dans une atmosphère saturée, au bout d'un temps suffisant.

Éther diéthylique. — Cet éther, produit par action directe de l'acide sur l'alcool en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique, bout à 114° sous 13^{mm} : $D_{16} = 1,0173$; $n_0 = 1,4292$; $R_n = 62,36$ (calc. 62,75).

2° *Oxydation du diméthyldiéthylcétohydrofurane.* — L'action ne se produit ici qu'en présence d'une notable quantité de potasse. Le produit de la réaction, filtré, neutralisé, évaporé à sec dans le vide puis repris par de l'acide sulfurique étendu, donne, par extraction à l'éther, un mélange pâteux d'où l'on peut extraire deux corps :

1° Une fraction solide qui, recristallisée dans l'alcool, fond à 155°. C'est un premier isomère de l'*acide diméthyldiéthyldiglycolique*



---

[1] *Comptes rendus*, t. 144, p. 979; t. 145, p. 70; t. 146, p. 16.

[2] BISCHOFF et WALDEN, *Lieb. Ann. Chemie*, t. 279, 1894, p. 111.

donnant un *sel de plomb* anhydre, insoluble dans l'eau bouillante et qui se décompose vers 210°.

2° De la fraction visqueuse, obtenue à l'essorage, neutralisée et traitée par l'acétate de plomb, on tire un nouveau sel de plomb qui, traité par H^2S, donne un nouveau corps cristallin, très soluble dans tous les solvants et qui, cristallisé dans l'éther de pétrole, fond à 90°-92°. L'analyse et la cryoscopie assignent à ce corps la même formule qu'au précédent : c'est donc un deuxième isomère de l'*acide diméthyldiéthyldiglycolique*. L'existence de ces deux isomères stéréochimiques s'explique par la présence de 2^{at} de carbone asymétriques dans la formule.

Le *sel de plomb* de ce deuxième isomère fond à 252°, puis se décompose.

3° *Oxydation du diméthylcétofurane*. — L'oxydation en milieu neutre s'arrête, ici, après la fixation de 2^{at} d'oxygène par molécule. Après décoloration de l'excès de permanganate par de l'alcool et extraction de l'acide formé comme dans le cas précédent, on obtient un liquide incolore assez visqueux, bouillant sans décomposition à 132°-133° sous 12^{mm}. Le dosage alcalimétrique, l'analyse et la cryoscopie assignent à ce corps la formule $C^5H^9O^2 - CO^2H$.

Les données physiques $D_{18} = 1,1316$; $n_D = 1,4282$; $R_m = 33,12$ permettent le choix entre : 1° un *acide aldéhyde* formé par ouverture de la chaîne en $\beta\beta'$; 2° un acétate de l'*acide β-oxybutyrique* produit par ouverture en $\alpha\beta$ suivant la réaction (2).

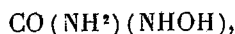
Ce corps est bien l'acide *acéto-oxybutyrique*, car la neutralisation à chaud nécessite 2^{mol} de potasse par molécule d'acide (une seule suffisant d'ailleurs à froid). Le liquide neutre ainsi obtenu donne, avec le nitrate d'argent, un précipité cristallin assez caractéristique de l'acide *β-oxybutyrique*. Enfin cet acide extrait et distillé m'a donné de l'*acide crotonique* fondant à 72°, ce qui le caractérise complètement.

Dans ce dernier cas, la scission, par oxydation, de la chaîne fermée, s'est donc bien produite en position $\alpha\beta$ et non en position $\beta\beta'$ comme dans les deux autres cas. Le degré de substitution du carbone en position α influe donc sur la tournure de la réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxyurée sur quelques éthers β-cétoniques.* Note de M. **André Meyer**, présentée par M. E. Jungfleisch.

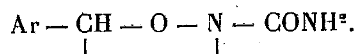
L'hydroxylamine, réagissant sur les éthers β-cétoniques, produit, par élimination d'eau et d'alcool, des composés hétérocycliques, désignés sous

le nom d'*isoxazolones*. Les travaux de Bamberger, de Beckmann et de leurs élèves ont montré que les alcoyl- et les arylhydroxylamines, R — NHOH, se condensent avec les aldéhydes aromatiques, avec élimination d'eau. M. Conduché a étudié la même réaction avec l'*oxyurée*,



$$CO(NH^2)(NHOH),$$

qui fournit, avec d'excellents rendements, des *carbamidoximes*



$$Ar - \underbrace{CH - O - N}_{} - CONH^2.$$

Ces faits portent à se demander si, en remplaçant, dans la réaction qui engendre les isoxazolones, l'hydroxylamine par un de ses dérivés β-substitués, on obtiendrait ainsi des isoxazolones substituées à l'azote. J'ai, dans le but de répondre à cette question, étudié l'action de l'oxyurée sur quelques éthers β-cétoniques (acétylacétique, benzoylacétique, oxalacétique).

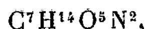
Le mode opératoire que j'ai employé est le suivant :

On prépare, à basse température, une solution hydroalcoolique d'oxyurée, par action de quantités équimoléculaires de cyanate de potassium et de chlorhydrate d'hydroxylamine, suivant la technique, à peine modifiée, de M. Conduché (1).

Dans la liqueur maintenue à 10°, on verse avec précautions une solution alcoolique de l'éther β-cétonique. On maintient le tout à froid durant quelques heures, puis on abandonne pendant plusieurs jours à la température ordinaire. Il se forme un dépôt de KCl. L'excès d'alcool est évaporé sous pression très réduite et le résidu, fortement coloré en rouge ou en jaune et sentant l'ammoniac, est épuisé par un dissolvant approprié, éther acétique, chloroforme ou benzène bouillant. L'extrait est isolé par distillation du solvant dans le vide ou par précipitation fractionnée à l'aide d'éther de pétrole. On réalise une purification complète par des cristallisations répétées dans des dissolvants variés. Les rendements sont très médiocres, et je n'ai pu, pour cette raison, faire une étude approfondie de ces corps. Je me bornerai donc à indiquer ici les données expérimentales, en réservant toute considération concernant les constitutions.

I. L'*éther acétylacétique* fournit ainsi deux produits.

Le premier s'obtient en belles lamelles brillantes et translucides, fondant à 42°-43°, sans décomposition, et qui présentent à l'analyse la composition

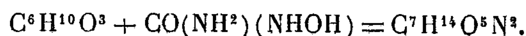


$$C^7H^{14}O^5N^2,$$

confirmée par la cryoscopie, c'est-à-dire celle d'un produit d'*addition de*

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XII, p. 533.

1[mol] *d'éther acétylacétique à* 1[mol] *d'oxyurée :*



$$C^6H^{10}O^3 + CO(NH^2)(NHOH) = C^7H^{14}O^5N^2.$$

Ce composé est très soluble dans l'alcool, assez soluble à froid dans l'acide acétique et très soluble dans l'éther acétique. Peu soluble dans la benzine, assez soluble dans ce liquide chaud, il se dissout assez bien dans l'éther bouillant et n'est presque pas soluble dans l'éther de pétrole. Sa solution aqueuse réduit le permanganate de potassium, mais ne réduit ni le nitrate d'argent ammoniacal, ni la liqueur cupro-potassique. Elle ne donne aucune coloration avec le perchlorure de fer. Ces réactions démontrent que la fonction hydroxylamine et la fonction énolique de l'éther acétylacétique sont intervenues dans la réaction.

On peut isoler dans la même opération un deuxième produit, dont les propriétés sont très voisines de celles du précédent, et auquel les analyses attribuent une demi-molécule d'eau en moins que ce dernier, c'est-à-dire la formule $C^7H^{12}O^4N^2 + 0{,}5\,H^2O$. La cryoscopie lui assigne un poids moléculaire correspondant. Ce corps cristallise de l'éther ou de la benzine en fines aiguilles incolores fusibles à 45°.

II. J'ai obtenu, dans l'action de l'*oxyurée sur l'éther benzoylacétique*, une petite quantité d'un produit qui, cristallisé d'un mélange de benzine et d'éther de pétrole, forme de fines aiguilles soyeuses, blanches, fondant à 98°-99°. Peu soluble à froid dans l'alcool dilué, le benzène, l'éther, ce corps se dissout mieux dans l'éther acétique. Sa composition correspond à la formule $C^{12}H^{14}O^4N^2$, c'est-à-dire à celle d'un produit de condensation de l'éther benzoylacétique avec l'oxyurée, avec élimination de H^2O :



$$C^{11}H^{12}O^3 + CO(NH^2)(NHOH) = C^{12}H^{14}O^4N^2 + H^2O.$$

III. L'action de l'oxyurée sur l'*éther oxalacétique* fournit un composé qui, après des cristallisations répétées dans le benzène, forme de beaux prismes incolores, fondant à 77°, en se décomposant; leur analyse correspond à la formule $C^9H^{14}O^6N^2$, c'est-à-dire à la condensation de l'éther oxalacétique avec l'oxyurée, de l'eau étant éliminée :



$$C^8H^{12}O^5 + CO(NH^2)(NHOH) = C^9H^{14}O^6N^2 + H^2O.$$

Cependant la cryoscopie, indiquant un poids moléculaire double, inciterait à adopter une formule double, $C^{18}H^{28}O^{12}N^4$. Dans cette dernière hypothèse, il serait prématuré de donner une explication des faits.

Dans la même réaction, on isole une petite quantité d'un autre produit, vraisemblablement un hydrate du précédent : son analyse répond sensiblement à la formule $C^{18}H^{30}O^{13}N^{4}$. Maintenu longtemps dans le vide sec, il perd $H^{2}O$, en donnant le corps décrit ci-dessus. Les propriétés et les solubilités de ces composés sont analogues à celles des précédents.

MM. Beckmann et Scheiber (1) et MM. Scheiber et Wolf (2) ont étudié récemment l'action de la phénylhydroxylamine et de la tolylhydroxylamine sur l'acétylacétate d'éthyle. Dans le premier cas, ces savants ont obtenu deux isomères, $C^{22}H^{24}O^{5}N^{2}$, transformables en un troisième, et se produisant par condensation de 2^{mol} d'éther avec 2^{mol} de phénylhydroxylamine, 2^{mol} d'eau et 1^{mol} d'alcool étant éliminées. Dans le second cas, ils n'ont observé que le composé $C^{13}H^{15}O^{2}N$, formé par l'union de 1^{mol} d'éther acétylacétique avec 1^{mol} de tolylhydroxylamine, avec départ de $2H^{2}O$. La comparaison des résultats de ces auteurs, avec ceux que j'ai indiqués plus haut, montre qu'il n'est pas possible dès maintenant de formuler, par une équation générale, l'action des hydroxylamines substituées sur les éthers β-cétoniques : le sens de la réaction paraît dépendre, dans chaque cas, d'une part, de la nature particulière de l'éther β-cétonique ; le groupe substitué à l'hydrogène dans l'hydroxylamine semble jouer, d'autre part, un rôle prépondérant. De nouvelles études sont donc indispensables pour nous renseigner sur le mécanisme de ces réactions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses diverses à partir de la butyrone.* Note de MM. **Amouroux** et **Murat**, présentée par M. Ch. Moureu.

La dipropylcétone ou butyrone, difficilement obtenue autrefois, est préparée aujourd'hui très aisément en catalysant l'acide butyrique sur la thorine. Nous avons songé à appliquer à cette cétone la méthode des organomagnésiens de Grignard pour la synthèse de nouveaux alcools et de leurs dérivés et nous avons préparé une quantité importante de butyrone, qui possédait les constantes :

$$\text{Éb.} = 144^{\circ}\text{-}145^{\circ} \text{ sous } 760^{mm}, \quad D_0 = 0,8195, \quad n_d = 1,414.$$

L'action de cette cétone sur le bromure d'isoamylmagnésium, selon le

(1) *Annalen*, t. CCCLV, p. 235.
(2) *Ibid.*, t. CCCLVII, p. 31.

mode habituel, conduit à l'alcool tertiaire ou *isoamyldipropylcarbinol*, avec un rendement de 70 pour 100 environ. Ce corps est un liquide incolore, visqueux, d'odeur agréable, bouillant à 114°-116° sous 17^mm:

$$D_0 = 0,8548, \quad D_{19} = 0,8388, \quad n_d = 1,443,$$

d'où

$$R_d = 58,7 \text{ (calculé 58,8).}$$

Cet alcool est aisément déshydraté par passage sur une traînée d'alumine chauffée vers 300°, et fournit ainsi un *carbure éthylénique* $C^{12}H^{24}$, qui bout à 190°-191° sous 760^mm. Ce carbure peut être hydrogéné avec la plus grande facilité sur le nickel divisé, et donne le carbure saturé ou *isoamyldipropylméthane*, à odeur de pétrole, qui bout à 189° sous 760^mm :

$$D_{14} = 0,7538.$$

La butyrone réagit de même, quoique plus lentement, sur le chlorure d'isobutylmagnésium, pour donner l'alcool *isobutyldipropylcarbinol*, avec un rendement de 20 pour 100 seulement, à cause d'une réaction secondaire signalée antérieurement (¹).

Cet alcool est, comme le précédent, un liquide visqueux; il possède une odeur faible et bout à 112°-114° sous 20^mm :

$$D_0 = 0,8577, \quad D'_{14} = 0,8445, \quad n_d = 1,439,$$

d'où

$$R_d = 53,6 \text{ (calculé 54,2).}$$

Par déshydratation sur l'alumine à 300°, il conduit à un carbure $C^{11}H^{22}$ bouillant à 180°-183° sous 760^mm.

L'action de la butyrone sur le bromure de phénylmagnésium conduit sans perturbation au *phényldipropylcarbinol*, liquide incolore sirupeux, d'odeur fade, bouillant à 134° sous 26^mm :

$$D_0 = 0,9589, \quad D_{15} = 0,9470, \quad n_d = 1,516,$$

d'où

$$R_d = 58,8 \text{ (calculé 59,4).}$$

Chauffé avec de l'anhydride acétique dans un appareil à reflux, il se change en un *éther acétique* qui bout à 160° sous 19^mm en se détruisant un peu. L'alcool déshydraté par l'alumine fournit un carbure, le *phénylpropylbutylène*, qui bout à 228° sous 760^mm sans décomposition. Ce carbure, mis à

(¹) SABATIER et MAILHE, *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 298.

froid au contact du chlorure de nitrosyle, donne un *nitrosochlorure* en cristaux blancs fondant à 112° en se détruisant.

L'action de la butyrone sur le chlorure de benzylmagnésium conduit de même à un alcool, le *benzyldipropylcarbinol*, avec un rendement moindre à cause de la formation d'une certaine dose de dibenzyle fondant à 51°. Cet alcool est un liquide huileux un peu jaune, d'odeur aromatique agréable. Ses constantes sont :

$$\text{Éb.} = 161^\circ\text{-}163^\circ \text{ sous } 30^{mm}, \quad D_0 = 0{,}9506, \quad D = 0{,}9386, \quad n_d = 1{,}513,$$

d'où

$$R_d = 65{,}2 \text{ (calculé } 64{,}8).$$

Déshydraté par l'alumine, il fournit un *carbure* $C^{14}H^{20}$ qui bout à 246°-248° sous 760^{mm} :

$$D_{19} = 0{,}902.$$

Ce carbure, hydrogéné sur le nickel réduit, donne, avec un rendement intégral, le *benzyl-4-heptane* bouillant à 241°-243° sous 756^{mm} :

$$D_{14} = 0{,}854.$$

Le carbure éthylénique, mis au contact de chlorure de nitrolyse, fournit un *nitrosochlorure* en beaux cristaux blancs fondant à 115°.

Enfin la butyrone, condensée avec le chlorure de cyclohexylmagnésium, conduit au *cyclohexyldipropylcarbinol*, alcool incolore visqueux, à odeur faible de fruits, qui bout à 128°-130° sous 11^{mm}. Ses constantes sont :

$$D_0 = 0{,}9157, \quad D_{19} = 0{,}9025, \quad n_d = 1{,}469,$$

d'où

$$R_d = 60{,}9 \text{ (calculé } 61{,}3).$$

Cet alcool est assez stable; déshydraté par la même méthode que les précédents, il fournit un *carbure* incomplet $C^{13}H^{25}$, bouillant à 226°-228° sous 755^{mm},

$$D_{21} = 0{,}8441,$$

qui se combine au chlorure de nitrosyle pour donner un *nitrosochlorure* cristallisé fondant à 110° en se détruisant. Ce carbure, hydrogéné sur le nickel divisé maintenu à 250°, se change en carbure saturé, le *cyclohexyl-4-heptane*, liquide incolore, d'odeur très faible, qui bout à 228° sous 760^{mm}.

MINÉRALOGIE. — *Sur la polarisation circulaire des cristaux liquides.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

M. O. Lehmann (¹) a observé que la lumière épipolique réfléchie par les cristaux liquides était polarisée circulairement et M. F. Giesel (²) a montré que les rayons transmis et réfléchis étaient polarisés en sens inverse (³). Le but de cette Note est de faire connaître un phénomène dû à cette polarisation circulaire.

Une pression produite avec la pointe d'une aiguille sur le couvre-objet d'une préparation microscopique d'un liquide biréfringent, dont les molécules sont orientées de manière que l'axe optique soit perpendiculaire à la lame de verre, provoque la formation d'un sphérolite à croix noire, dont le centre se trouve au point touché par l'aiguille. Les fibres ont un allongement positif ou négatif suivant que les cristaux liquides sont optiquement positifs ou négatifs. En effet, par la pression, les molécules (du moins celles qui ne sont pas en contact immédiat avec le verre) s'orientent parallèlement aux lames. Le phénomène est facile à constater avec des liquides visqueux.

Deux cas peuvent se présenter :

1° La substance examinée ne donne pas de teintes épipoliques. Alors le sphérolite ne se distingue en rien, au point de vue optique, d'un sphérolite ordinaire. Si la substance est colorée (mélange de *p*-anisalaminocinnamate d'éthyle et d'anisal *p*-amidoazotoluol, etc.), le polychroïsme est normal, c'est-à-dire que le maximum d'absorption de la lumière se fait suivant la direction du plus grand indice.

(¹) O. Lehmann, *Phys. Zeitsch.*, t. 11, 1910, p. 575.

(²) F. Giesel, *Phys. Zeitsch.*, t. 11, 1910, p. 192.

(³) Tous les cristaux liquides qui se comportent comme un polariseur circulaire sont optiquement négatifs et présentent des teintes épipoliques. Or, j'ai constaté que la phase positive du caprinate de cholestérine, bien que n'émettant pas de couleurs, laisse passer des rayons polarisés circulairement et en sens inverse de ceux qui sont transmis par la phase négative. Cette polarisation est suffisante pour qu'une préparation puisse servir comme analyseur circulaire et reproduire les expériences de M. F. Giesel en lumière convergente. Ce ne sont pas les plages perpendiculaires à l'axe optique qui agissent, ce sont celles qui présentent une polarisation d'agrégat, aussi le mécanisme de la production de ce polariseur circulaire paraît être différent de celui des cristaux doués de pouvoir rotatoire; je n'ai pu constater celui-ci dans le caprinate positif. L'addition d'une matière étrangère se mélangeant à la phase positive ne modifie pas le phénomène.

2° Les cristaux liquides montrent des couleurs épipoliques. Une préparation de propionate de cholestérine (ou mieux encore un mélange à parties à peu près égales de ce corps ou d'acétate avec du caprinate de cholestérine, ayant l'avantage de rester liquide plusieurs jours à la température ordinaire) donne des sphérolites qui, observés avec un nicol, montrent un caractère tout à fait particulier. Ils sont divisés par deux diamètres rectangulaires dont l'un coïncide avec la section principale du nicol. Si l'analyseur est orienté de manière que sa section soit dirigée NS, les deux quadrants NO-SE sont rouges ou verts, alors que les deux autres sont incolores quand la lumière réfléchie est verte ou rouge. La teinte a son maximum d'intensité à 45° de la section principale du nicol et diminue graduellement vers les côtés rectangulaires du quadrant.

Avec les deux nicols croisés à angle droit, à la teinte blanche du premier ordre que possèdent les fibres, s'ajoute la couleur rouge ou verte des deux quadrants colorés avec un seul nicol, de telle sorte que les quatre quadrants ont encore des couleurs légèrement différentes.

Ce polychroïsme qui rappelle celui des liquides anisotropes (*p*-azoxyphénétol, *p*-azoxyanisol, etc.) de Lehmann peut être expliqué de la manière suivante :

Le sphérolite artificiel est bien composé de fibres parallèles à la lame de verre, mais les particules cristallines, en contact avec le verre, sont orientées perpendiculairement à ce dernier et transmettent par conséquent, d'après M. Wallerant ([1]), de la lumière épipolique dont les rayons sont polarisés circulairement. Or, les fibres ayant une épaisseur et une orientation convenables, jouent le rôle d'un mica quart d'onde et par conséquent forment, avec le nicol, un polariseur circulaire, modifiant la teinte de la couche liquide biréfringente immédiatement en contact avec le verre et placée en dehors des fibres et du nicol. On voit donc que, pour obtenir ce pseudo-polychroïsme particulier, il faut que plusieurs conditions soient réalisées et que les fibres du sphérolite, pour chaque substance employée, aient une épaisseur déterminée en relation avec leur biréfringence.

Lorsque la substance est colorée, comme par exemple dans les mélanges de certains composés de cholestérine avec l'anisal *p*-amidotoluol ([2]), qui

---

([1]) Fred Wallerant, *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 605.

([2]) L'anisal *p*-amidotoluol abaisse le point de solidification des propionate, acétate et caprate de cholestérine, aussi l'addition de cette substance ($\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$) à un mélange de ces éthers-sels produit de bons polariseurs circulaires se conservant plusieurs jours à la température ordinaire.

augmente considérablement le pouvoir rotatoire et la biréfringence, on observe à la fois, avec un seul nicol, le polychroïsme normal des fibres et le polychroïsme spécial considéré ici. En outre il arrive parfois, par suite de l'individualité des fibres, que le pseudo-polychroïsme, que j'ai étudié autrefois (¹) dans les sphérolites solides, apparaisse. Les phénomènes observés peuvent par conséquent être très compliqués, d'autant plus qu'ils varient à chaque instant, le sphérolite se modifiant et disparaissant plus ou moins rapidement, suivant l'épaisseur de la préparation et la viscosité du liquide.

BOTANIQUE. — *Sur la transformation d'un Chrysanthème à la suite du bouturage répété.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis longtemps déjà le célèbre physiologiste anglais Knight a montré que les arbres fruitiers varient et parfois dégénèrent sous l'influence du greffage répété, et l'on sait que la multiplication végétative en général est souvent suivie de résultats analogues (dégénérescence des Pommes de terre par exemple).

J'ai pu observer, chez M. Édouard Aubrée, de Rennes, un nouvel exemple de cette sorte de variation, sur la variété de Chrysanthème *Mistress Alpheus Hardy*, cultivé à la grande fleur.

Ce Chrysanthème est le premier de la série des duveteux; il fut introduit aux États-Unis par M. Miyabé, botaniste japonais résidant à Cambridge (Massachusetts), qui l'avait obtenu de graines importées du Japon. A l'état normal, ses demi-fleurons sont *semi-tuyautés*, d'un *blanc de neige* et recouverts de longs *poils fins;* ils s'*incurvent* vers le centre. C'est une variété particulièrement sensible à l'action du froid et de l'humidité, et si celle-ci s'exagère un peu, immédiatement ses feuilles prennent une teinte jaunâtre et maladive. En outre, elle exige des soins de culture particuliers et assez compliqués : c'est une des raisons pour lesquelles elle a été abandonnée par un grand nombre de Chrysanthémistes qui ont aujourd'hui à leur disposition des variétés aussi belles, mais de conduite plus facile.

M. E. Aubrée traite ses plantes lui-même, avec un soin extrême et une précision de véritable physiologiste. Depuis 18 ans, il cultive cette variété en se servant exclusivement de boutures prises d'abord sur le pied originel acheté par lui, puis sur les pieds issus des boutures successives. Les bou-

(¹) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 456.

tures étaient faites chaque année en janvier; les pincements cessaient à la fin de juin, de telle sorte qu'à partir de cette époque le Chrysanthème poussait à sa guise. Les engrais, les arrosages, la mise à l'abri ont été chaque année les mêmes que pour les autres variétés de Chrysanthèmes. Par ces procédés, les floraisons du Chrysanthème *Mistress Alpheus Hardy* furent toujours réussies pendant 14 ans; les corolles étaient parfaitement duveteuses, incurvées et semi-tuyautées comme dans le type primitif.

Mais vers cette époque, c'est-à-dire en 1908, les effets de la multiplication végétative répétée d'un même type dans les mêmes conditions commencèrent à se faire sentir. Les poils duveteux des corolles furent plus rares sur certains capitules. Cet état s'accentua en 1909, puis en 1910. Finalement, en 1911, la dégénérescence fut complète. Toutes les fleurs, dans tous les capitules, étaient entièrement dépourvues de duvet; elles étaient restées ligulées, mais elles étaient devenues *plates* au lieu d'être semi-tuyautées, *récurvées*, c'est-à-dire retournées vers l'extérieur, au lieu d'être *incurvées*, c'est-à-dire retournées vers l'intérieur du capitule; leur couleur, au lieu d'être partout *blanc pur*, était devenue au centre d'un *jaune* plus ou moins *verdâtre* et plus ou moins étendu.

Ces résultats permettent de conclure :

1° Que le bouturage répété du Chrysanthème *Mistress Alpheus Hardy*, dans des conditions constantes, abstraction faite des variations climatologiques ordinaires, a abouti à la formation d'une variété nouvelle inférieure à la variété primitive, autrement dit à une *dégénérescence*, conformément à la théorie de Knight;

2° Que cette variation a été *progressive* et non *brusque*, ce qui est un exemple de plus à l'appui de l'existence de *variations lentes*, capables de donner naissance à des types nouveaux, conformément aux théories de Lamarck et de Darwin.

PHYSIOLOGIE. — *De la variation du temps perdu de la sensation en fonction de l'intensité de l'excitation.* Note (¹) de M. **Henri Piéron**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans son important travail sur la Pholade, où il a mesuré le temps de latence de la réaction du siphon pour un éclairement brusque, R. Dubois

(¹) Présentée dans la séance du 9 avril 1912.

supposa que la vitesse de la sensation devait croître, parallèlement à son intensité, comme le logarithme de l'excitation.

Dans ses recherches sur les sensations visuelles, A. Charpentier a obtenu des variations de la durée (y) de la période croissante de la sensation, diminuant en fonction de l'intensité (x) de l'excitation, variations qui s'ordonnent suivant une courbe d'allure hyperbolique, de type $y = \frac{a}{\sqrt[4]{x}}$. La période croissante de la sensation, au seuil, se confond avec la période latente; mais on peut se demander si ce temps perdu se comporte toujours comme la période croissante, son isolement étant impossible par les méthodes employées (égalisation d'éclats brefs avec un éclat permanent) qui ne sont pas d'ailleurs applicables à toutes les sensations.

On peut alors faire appel, comme R. Dubois, à la méthode des temps de réaction.

Chez l'homme, en dehors d'un travail récent de Capriati (*Annales d'Électrobiologie*, 1904), avec des excitations faradiques fournies par un chariot de Du Bois-Reymond non gradué, ce qui rend ses résultats inutilisables, je n'ai trouvé qu'une série de chiffres de G.-O. Berger (*Philosophische Studien*, 1886) sur l'excitant lumineux, et une de Kiesow (*Lincei*, 1904) sur l'excitant tactile, où l'influence de l'excitation fût étudiée en fonction du seuil. Dans les deux cas, la diminution des temps de réaction affecte bien une allure hyperbolique, et j'ai interpolé les résultats comme on verra ci-après. D'autre part, j'ai pris, chez un sujet ayant une attention assez stable, aux mêmes heures et dans les mêmes conditions, des séries de temps de réaction avec deux excitants gustatifs (solution d'acide citrique et de chlorure de sodium) et avec des excitants thermiques (eau physiologique chaude ou froide). Et, dans tous les cas, j'ai obtenu des courbes de type hyperbolique.

Pour la mesure des temps de réaction gustative, une goutte d'une solution, fraction déterminée de la solution normale, est déposée à 38° sur la pointe de la langue et ferme au passage, en tombant, un circuit électrique, qui agit sur un relais très sensible fermant un circuit secondaire comprenant un signal de Déprez. Les intensités sont mesurées en multiples de la valeur-seuil. Pour le chaud et le froid, la méthode est presque identique.

Avec les sensations cutanées, la courbe des temps est une branche d'hyperbole [1]

$$y = \frac{a}{x} + k.$$

---

[1] y est le temps de réaction exprimé en centièmes de seconde, y_1 la valeur observée et y_2 la valeur calculée; x est l'intensité évaluée en multiples du seuil;

Tact (Kiesow) ($a = 12$; $k = 20$).

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	32,09	32	+0,09
2	23,59	26	−2,41
3,5	23,47	23,43	+0,04
6	22,31	22	+0,31
10,5	21,12	21,14	−0,02
15	21,32	20,80	+1,52
∞	20,22	20	+0,22

Écart moyen pour 100 : 2,8

Froid ($a = 14$; $k = 23,6$)

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	37,6	37,6	0
2	31,3	30,6	+0,7
4	27,4	27,1	+0,3
7	25,8	25,6	+0,2
12	24,3	24,8	−0,5
18	24,2	24,3	−0,1
25	23,1	24,1	−1,0

Écart moyen pour 100 : 1,4

Chaud ($a = 77,3$; $k = 25$)

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	102,3	102,3	0
5	45,1	40,4	+4,7
15	28	30,1	−2,1
22	27,3	28,5	+1,2
32	26,1	27,4	+1,3
38	27,2	27,0	−0,2

Écart moyen pour 100 : 3,6

En revanche, pour les sensations lumineuses et gustatives (acide et salé), les courbes de type hyperbolique sont plus complexes :

Lumière (G.-O. Berger) :

$$y = \frac{a}{\sqrt[3]{x}} + k$$

($a = 14$; $k = 19,8$).

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	33,8	33,8	0
7	26,5	27,1	−0,6
23	23,8	24,7	−0,9
123	23	22,6	+0,4
315	22,2	21,8	+0,4
1000	22,5	21,2	+1,3
$X_1 > 1000$	20,7	»	»
$X_2 > X_1 (\infty)$	19,8	19,8	0

Écart moyen pour 100 : 2,3

Acide :

$$y = \frac{a}{\sqrt[4]{x} + \frac{x^2}{400}} + k$$

($a = 198$; $k = 25$).

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	223	223	0
3	179,7	172	+ 7,7
5	153	153	0
10	111	122	−11,0
25	76,9	77	− 0,1
50	40,6	47	− 6,4
75	38,6	36,6	+ 2,0
100	32,7	32	+ 0,7
121	27,3	29,9	− 2,6
500	25,3	25,3	0

Écart moyen pour 100 : 3,3

Salé :

$$y = \frac{a}{x^2} + k$$

($a = 150$; $k = 23$).

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1	173	173	0
1,5	71	89,6	−18,6
1,75	63	72	− 9
2,25	52,1	52,5	− 0,4
3	46,9	39,6	+ 7,3
3,75	33	33,7	− 0,7
4	32,2	32,4	− 0,2
7,5	26,4	25,7	+ 1,4
15	25,1	23,6	+ 1,5
20	23,3	23,4	− 0,1

Écart moyen pour 100 : 6,6

La chute est accélérée pour la sensation du salé, ralentie pour l'acide, ainsi que pour la sensation lumineuse, avec, dans ce cas, une formule d'interpolation très voisine de celle de Charpentier pour la durée de la période croissante.

Les temps limites (constante k) varient peu (oscillant entre 19,8 et 25). Mes valeurs limites pour le froid (23,6) et pour le chaud (25) sont presque identiques aux moyennes de Kiesow et Ponzo pour les temps de réaction au froid (23,1 et 22,6) et au chaud (25,4 et 25,9). La différence (constante a), entre la valeur maxima au seuil et la valeur minima limite, est à peu près la même pour le tact, le froid et la lumière (12, 14 et 14), les temps les plus longs étant alors de 32,09, de 37,6 et de 33,8.

---

a et k sont des constantes. Au point de vue expérimental, $x = \infty$ est une excitation très intense non mesurée.

Wundt avait indiqué comme durées maxima, au seuil, 32,7 pour le tact, 33,1 pour la lumière et 33,7 pour le son. Mais, pour le chaud, et surtout pour les sensations gustatives, le salé et l'acide, l'allongement au seuil est considérable (¹).

L'interprétation de ces résultats est très délicate. On peut se demander ce qui se passe, d'une part au niveau des appareils périphériques pour la transformation d'un stimulus externe en un influx sensoriel, et, d'autre part, au niveau des centres cérébraux, pour la transformation de l'influx sensoriel en influx moteur. Les différences dans le comportement des temps pour les sensations indiquent qu'une place importante doit être prise par la transformation périphérique. A cet égard, je compte, par des expériences appropriées, déterminer ce qui revient à ce facteur initial. Quant à l'idée que la conduction nerveuse serait accélérée par l'augmentation d'intensité du stimulus, bien qu'affirmée par quelques auteurs, elle ne repose sur aucun fait et paraît improbable, sauf peut-être pour la traversée des neurones d'étape; en tout cas, elle ne pourrait expliquer les variations considérables qu'on rencontre.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les propriétés physiques de la lumière physiologique.* Note (²) de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Henneguy.

Dans une Note récente ayant pour titre : *Une propriété singulière d'une bactérie phosphorescente* (³) l'auteur, M. Ozorio, annonce qu'il a découvert que la lumière des photobactéries décompose les sels d'argent et impressionne le papier photographique; pour ce motif, il croit à l'existence d'un « fait nouveau concernant les bactéries ».

Or, en 1886 (⁴) j'ai, le premier je crois, signalé cette propriété des photo-

(¹) Cela explique que des différences de sensibilité individuelle puissent entraîner, avec un même excitant, des écarts énormes dans les temps moyens de réaction, comme c'est le cas pour les expériences classiques de Vintschgau et Honigschmied, où, pour NaCl, l'un avait un temps moyen de 59,7 et l'autre de 15,98; pour la quinine, l'un de 99,3 et l'autre de 23,51 et, pour le sucre, l'un de 75,2 et l'autre de 16,39.

(²) Présentée dans la séance du 9 avril 1912.

(³) Note de M. Ozorio, présentée par M. H. Coutière, dans la séance du 16 mars 1912, à la Société de Biologie, t. LXXII, p. 432-433.

(⁴) Raphael Dubois, *De l'action de la lumière émise par les êtres vivants sur la rétine et sur les plaques photographiques au gélatinobromure* (*Bull. de la Soc. de Biol.*, 26 mars 1886, nº 11, p. 130).

bactéries. La découverte du « fait nouveau » de M. Ozorio remonte, en réalité, à un quart de siècle environ. De nombreux expérimentateurs ont, depuis, confirmé la réalité de ce qui était alors vraiment un fait nouveau : Forster, Hazen, Fischer, en 1887, etc., et plus récemment Molish, ont étudié le pouvoir actinique des photobactériacées. Mes photographies bien connues du buste de Claude Bernard par les microbes et de ma *lampe vivante* (¹) auraient dû, tout au moins, être rappelées à l'occasion de la communication de M. Ozorio.

J'avais même insisté, en 1896, sur le pouvoir actinique pénétrant cumulatif des radiations des photobactériacées après une très longue exposition de plaques protégées par des corps opaques *pour notre œil*. A ce propos, je rappellerai que j'ai réfuté les critiques formulées par M. Molish au sujet de l'explication des résultats que j'avais obtenus (²).

Enfin, en ce qui concerne les autres propriétés physiques de la lumière physiologique, on ne cite plus guère, en Amérique surtout, et même en France, que le Mémoire des savants physiciens américains Langley et Very, dont les recherches ne sont que la confirmation de l'exactitude des résultats que nous avions publiés, antérieurement à leur beau travail (³), dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*, en 1886, et au sujet duquel ils s'expriment ainsi (*loc. cit.*, p. 103) :

Perhaps, the most important of previous memoirs on phosphorescent insects is by this writer. It contains an account of photometric measures in wave-length scale, and also of heat measures with the thermopile. The latter represent the only attempt even, in this direction, I know of and seem to be judiciously made but to be insufficient (on account of the limitation of such apparatus) to establish the author's conclusion that the light is accompanied by no sensible heat. This conclusion, we repeat, though very probably correct, does not seem to rest on the evidence of an apparatus of at all the necessary sensitiveness. This memoir, however, appears to be in general an excellent one and well worthy the student's attention.

Quoi qu'en ait dit MM. Very et Langley, la pile thermoélectrique, dont

---

(¹) Raphaël Dubois, *Sur le pouvoir éclairant et le pouvoir photochimique comparés des bouillons de liquides avec photobactériacées, photographies obtenues avec les photobactériacées, lampe vivante* (*Bull. de la Soc. de Biol.*, 1901, p. 263). — *Sur une lampe vivante de sûreté* (*Comptes rendus*, 15 juin 1903 et *Journal de la Nature*, n° 1454, 6 avril 1901, p. 294, avec 3 figures).

(²) Voir *Rev. scient.*, *Paris*, 5ᵉ série, t. VI, 25 novembre 1905, n° 22, p. 699-700.

(³) S. P. Langley and W. Very, *On the cheapest Form of light, from studies at the Allegheny observatory* (*The Amer. Journ. of Science*, third ser., t. XL, 1890).

nous nous sommes servi, était assez sensible pour que nous ayons pu écrire (*loc. cit.* p. 271) : « les quantités de chaleur rayonnées par les organes lumineux, au moment où ils atteignent leur éclat maximum, sont infinitésimales », et les expériences que nous avons décrites (*loc. cit.*, p. 128-132) prouvent que nous étions bien fondés à en tirer cette conclusion.

Le bolomètre employé par MM. Very et Langley n'a pu que confirmer nos observations.

CONCLUSIONS. — 1° *L'existence de radiations chimiques dans la lumière des photobactériacées a été démontrée en* 1886 *par M. Raphaël Dubois;*

2° *Le pouvoir actinique pénétrant cumulatif des photobactériacées, dans les conditions indiquées par M. R. Dubois, n'est pas attribuable à des influences étrangères à la biophotogenèse, comme l'avait pensé M. Molish ;*

3° Les belles recherches de Langley et Very n'ont fait que confirmer, *sous tous les rapports*, l'exactitude des résultats publiés par M. Raphaël Dubois quatre ans avant la publication du Mémoire des savants américains sur les propriétés physiques de la lumière physiologique.

ANTHROPOLOGIE. — *Caractères ataviques de certaines vertèbres lombaires des Hommes de la Pierre polie.* Note de MM. **Edmond Hue** et **Marcel Baudouin.**

Nous avons pu étudier un certain nombre de vertèbres lombaires provenant de la sépulture de Belleville, à Vendrest (Seine-et-Marne), qui est de l'époque de la Pierre polie [1].

En comparant, en particulier, les *cinquième* et *troisième* vertèbres de cette catégorie avec un grand nombre (près d'une centaine) de vertèbres de même nature, appartenant à des adultes de l'époque moderne, nous avons fait plusieurs constatations anatomiques fort intéressantes, surtout si on les rapproche de ce que l'on connaît déjà chez les Singes anthropoïdes.

En ce qui concerne l'*apophyse épineuse* de la *cinquième* lombaire, il résulte des examens pratiqués et des mensurations précises exécutées :

1° Que, chez les Hommes néolithiques de Vendrest, il existe une *incli-*

(1) MARCEL BAUDOUIN, *La sépulture néolithique de Belleville, à Vendrest* (S.-et-M.). *Fouille et Restauration. Étude scientifique.* (Paris, *Soc. préh. franç.*, 1911; in-8°, 266 p., 40 fig., 16 pl. hors texte.)

naison en bas supérieure à 25° par rapport à l'horizontale, dans la proportion de 38,88 pour 100, tandis que, chez les Hommes actuels, on a le chiffre de 4,94 pour 100 seulement (ce qui prouve, d'ailleurs, qu'en général cette apophyse n'est pas horizontale, comme le disent tous les classiques); la différence de ces nombres laisse donc au bénéfice des Néolithiques le chiffre de 33,94, soit environ 33 pour 100;

2° Que cette inclinaison rapproche les Néolithiques des Anthropomorphes, chez lesquels *l'inclinaison en bas est constante* et plus marquée encore (environ 35° à 50°), sauf chez le Gibbon [1], tandis qu'elle les éloigne des Hommes modernes où cette inclinaison (au-dessous de 25°) ne s'observe que dans 4,94, soit $\frac{1}{20}$ des cas, ou 5 pour 100, au lieu de 33 pour 100;

3° Qu'à ce point de vue les Néolithiques se placent, dans l'échelle des variations anatomiques, entre les principaux Anthropomorphes et les sujets de l'époque actuelle : ce qui était, au demeurant, à prévoir.

Pour ce qui a trait à la *troisième* lombaire, nous avons constaté chez les Néolithiques : 1° qu'elle présente souvent des apophyses transverses incurvées et en antéversion, également comme chez les Anthropomorphes et les Quadrupèdes (Carnassiers, etc.); 2° qu'elle possède parfois un tubercule apophysaire ou accessoire très développé, comme chez les Singes et les Quadrupèdes.

En résumé, on doit noter, pour les Lombaires étudiées des Néolithiques de Vendrest, trois caractères ataviques qui obligent à les classer entre celles des Anthropomorphes et des Hommes modernes.

ANTHROPOLOGIE. — *Physionomie des assassins. Conclusions de recherches sur cette catégorie de criminels.* Note de MM. **A. Marie** et **Léon Mac-Auliffe**, présentée par M. Edmond Perrier.

Avant de terminer l'exposé de nos recherches sur les assassins, nous avons cru devoir étudier leur physionomie. Nous avons pu étudier, grâce au Service d'identité judiciaire de Paris, les photographies métriques, face et profil, de 250 individus condamnés pour assassinat (dont 35 femmes).

La technique des photographes de la Préfecture de Police offre le maximum de

(1) Cet Anthropoïde, à ce point de vue, se rapproche des *Quadrupèdes*, dont les apophyses sont inclinées en avant ou *en haut*, et non des *Bipèdes*, tels que le Gorille, l'Orang, le Chimpanzé.

garanties scientifiques. Les photographies étudiées (sauf quatre récentes, qui étaient étudiées au $\frac{1}{5}$) ont été effectuées au $\frac{1}{7}$. Les employés du Service d'identité prennent toutes les précautions voulues pour qu'une inégalité faciale à droite ou à gauche du plan axial du corps soit bien mise en vedette, ce qui nous a permis de noter les asymétries.

Comme dans nos précédentes Communications, nous nous sommes efforcés de ranger les individus étudiés parmi l'un des quatre grands types morphologiques humains :

a. Les faces rectangulaires (présentant des proportions égales de la ligne d'implantation des cheveux à la racine du nez, de la racine de celui-ci à sa base, de la base du nez au sommet du menton) étaient attribuées au type *musculaire*.

b. Les faces *losangiques* (caractérisées par la hauteur ou la largeur du nez et des sinus, la saillie des os malaires et le profil *en pignon*) étaient attribuées au type *respiratoire*.

c. Les faces *en pyramide* (à grandes proportions mandibulaires, à nez de faible hauteur, à front bas et étroit) étaient classées dans le type *digestif*.

d. Les faces dites *en toupie*, (à front haut et large, à grand développement crânien par rapport à une face réduite et comme effilée par le bas), étaient rangées dans le type *cérébral*.

Ces impressions physionomiques étaient, du reste, toujours corroborées, avant de formuler le diagnostic, par une étude des mensurations générales.

Cette méthode de recherches nous a permis de vérifier une fois de plus l'exactitude des données antérieurement formulées.

Alors que dans la population française, en général, on trouve environ 45 pour 100 de musculaires, 28 pour 100 de respiratoires, 15 pour 100 de digestifs, 12 pour 100 de cérébraux, nous avons observé chez les assassins français : musculaires, 85 pour 100; cérébraux, 11 pour 100; digestifs, 3 pour 100; respiratoires, 1 pour 100.

La plupart des individus étudiés (en dehors du type musculaire) se rattachaient difficilement à un type pur; la plupart se rattachaient à l'une des combinaisons des quatre grands types, en particulier aux musculo-digestifs.

Sur 250 *assassins :*

Type musculaire	121
» musculo-digestif	49
» très indécis	26
» musculo-respiratoire	21
» cérébro-musculaire	16
» cérébro-digestif	6
» digestif	4
» respiratoire	3
» cérébro-respiratoire	2
» cérébral	2

Les asymétries se sont rencontrées dans la proportion suivante :

Sur 250 assassins :

Asymétries à prédominance droite.........	73
Asymétries à prédominance gauche........	48

De grandes mandibules, larges et hautes, ont été observées 70 fois.

Conclusions générales de nos recherches. — 1° L'assassin se recrute surtout dans le type musculaire; 2° un très grand nombre d'assassins ont subi un développement massif pendant la période de croissance, mais ce fait ne leur est pas particulier et s'observe aussi chez les honnêtes gens ; ce développement explique la fréquence de la grande envergure signalée par l'école de Lombroso; 3° un nombre assez élevé d'assassins sont un mélange du type musculaire et du type digestif. Il est assez naturel que, comme on l'a dit, *les gros appétits servis par des double-muscles* puissent déterminer à l'acte meurtrier. Ce curieux mélange explique la fréquence chez les assassins de ces grandes mandibules signalées maintes fois par les anthropologistes et attribuées par erreur à l'existence d'un type grossier, d'ailleurs tout théorique et plus ou moins rattaché aux anthropoïdes.

L'acte meurtrier a surtout pour cause le milieu social défectueux dans lequel poussent ou vivent un certain nombre d'individus. On tue par misère, par alcoolisme, par désir immédiat de jouissances, etc. *Il n'y a pas de criminels-nés, en dehors des malades mentaux héréditaires*, et la dégénérescence héréditaire elle-même n'est qu'une résultante des actions de milieux accumulées sur une série ancestrale.

ANTHROPOLOGIE. — *Contribution à l'étude et au traitement des enfants « arriérés ».* Note de M. **Raoul Dupuy**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une précédente Note (15 janvier 1912), nous avons mentionné les résultats que nous obtenons au moyen de la *polyopothérapie endocrinienne* dans le traitement des diverses formes d'arriération infantile et surtout dans des cas pour lesquels l'opothérapie thyroïdienne seule avait été sans effet.

Quoique ayant constaté que chaque arriéré constitue un *type clinique spécial*, nous avons remarqué que tous nos sujets ont été manifestement

améliorés par l'emploi des *mêmes* extraits endocriniens, dont seuls la dose et le mode d'administration ont varié.

Cette dissemblance entre les différents états d'arriération n'est donc qu'apparente. La physio-pathologie de cette dystrophie a confirmé notre hypothèse.

En effet, si l'on étudie l'élimination urinaire, la tension artérielle, le milieu sanguin de nombreux sujets atteints de cette dysharmonie (retard ou arrêt) dans leur évolution corporelle, intellectuelle ou sensorielle, on en arrive à conclure que l'arriération infantile n'est autre bien souvent qu'un *trouble de la nutrition*, causé par un fonctionnement défectueux du grand sympathique.

L'*examen des urines des arriérés* révèle la présence quasi mathématique d'*albumine* (sérine, globuline, mucine) en faibles quantités depuis des traces indosables jusqu'à $0^{g},40$ à $0^{g},50$ par 24 heures, *d'indican* en proportion très notable, de *scatol, d'urobiline* et de *pigments biliaires.*

De plus, l'étude des graphiques de leurs éliminations montre que ce sont ou des *rétentionnistes* ou des *hyperexcrétants*. La rétention et l'hyperexcrétion urinaires peuvent être partielles ou totales; elles portent sur toutes les subtances normales de l'urine : eau, matières azotées, chaux, phosphates et *chlorures*. L'élimination des chlorures nous paraît des plus importante à connaître ; sa rétention correspond à l'*apathie* et son hyperexcrétion à l'*instabilité*. Or ces deux états permettent jusqu'à un certain point de différencier les arriérés.

De ces rapides constatations il résulte que ces sujets sont des *intoxiqués* (dont le foie et le rein sont insuffisants), qui font soit du *ralentissement de la nutrition*, soit de la *déminéralisation*.

L'étude de leur circulation et, en particulier, de leur *pression artérielle* est des plus intéressante. Elle indique que ces sujets sont presque tous des *atoniques et des hypotendus*.

Leurs artères sont étroites et peu élastiques. Cette particularité vient de ce que leur cœur, bien souvent troublé dans son rythme (tachycardie et embryocardie), manque de tonicité.

L'ondée sanguine a une action mécanique. Elle doit calibrer, dilater les vaisseaux et favoriser la croissance par cette poussée continue qu'elle exerce aux extrémités. Chez les arriérés cette action mécanique donnée par le muscle cardiaque est fortement diminuée et, si l'on ajoute à cet état spécial la distension et la stase qui se produisent dans tout le système veineux, on

comprendra combien la circulation de ces sujets doit être défectueuse et combien la respiration et la nutrition de leurs tissus doivent être réduites.

Ainsi s'expliquent l'acroasphyxie, les engelures, la sensation de froid, la disparition de la sensibilité, l'abolition de certains réflexes (le réflexe plantaire, par exemple), les troubles trophiques de la peau, etc.

Pour évaluer la pression artérielle, nous utilisons de préférence l'oscillomètre de Pachon, qui, ayant l'avantage de donner les tensions maxima et minima, permet de reconnaître la *qualité* de l'artère. Cet appareil nous montre que chez ces enfants la tension maxima est de 11° à 5° !! et que la tension minima est normale : 8°, 7°, 6°. Il n'existe donc parfois aucune différence de tension dans une artère d'arriéré.

L'*examen du sang* dénote une *anémie*, accompagnée d'*hyperleucocytose*. Cette anémie se trouve plus prononcée chez les apathiques que chez les instables.

Les hématies sont diminuées dans des proportions notables (2 à 3 millions au lieu de 5 millions par millimètre cube). Il en est de même des hématoblastes. Ces globules rouges sont assez pauvres en hémoglobine, dont le taux peut baisser jusqu'à 60 à 50 pour 100.

Le nombre des leucocytes peut varier du simple au quintuple. Cette hyperleucocytose donne-t-elle l'explication de l'immunité que semblent avoir les enfants arriérés contre les maladies infectieuses de l'enfance ?

L'augmentation porte aussi bien sur les polynucléaires neutrophiles que sur les petits mononucléaires (lymphocytes) ou que sur les grands mononucléaires.

Cette hyperleucocytose s'accompagne d'une *hypertrophie des organes lymphoïdes* (végétations adénoïdes) qui, en plus de la gêne mécanique qu'ils apportent à l'hématose, fabriquent de nouveaux globules blancs qui sont lancés dans le torrent circulatoire.

En résumé, les enfants arriérés ont de nombreux caractères physio-pathologiques qui sont *communs*. Ce sont des intoxiqués, des hypotendus et des anémiques qui font de la rétention des éléments normaux de l'urine (apathiques) ou de la déminéralisation de leur chaux, phosphates et chlorures (instables).

Aussi la polyopothérapie endocrinienne (thyroïde, hypophyse, surrénale, partie interstitielle testiculaire, corps jaune, moelle osseuse, foie, rate), qui a pour but de fortifier le milieu sanguin, de relever la pression artérielle et de régler le métabolisme des substances alimentaires, est-elle le traitement

de choix de cette dystrophie, l'arriération infantile, qui par sa fréquence deviendra un véritable danger pour l'avenir de la race, si elle n'est pas soignée rationnellement.

La loi du 15 avril 1909 « sur les enfants arriérés », outre la création de classes spéciales annexées aux écoles primaires et dites *classes de perfectionnement*, prévoyait également l'établissement d'*écoles autonomes* avec *système de l'internat*.

Ces écoles autonomes où l'on soigne et où l'on éduque simultanément les arriérés existent depuis longtemps à l'étranger (Belgique, Suisse, Autriche, Allemagne, Angleterre, États-Unis, etc.). En France, elles ne sont encore qu'à l'état de projet. Leur création cependant s'impose, car il est inadmissible que les arriérés, qui ne sont pas des fous, soient à l'heure actuelle les pensionnaires des asiles d'aliénés.

Il y a là une question d'humanité que les pouvoirs publics devraient comprendre.

MÉDECINE. — *Les épithéliomes de l'ectoderme embryonnaire.* Note de MM. **Maurice Letulle** et **L. Nattan-Larrier**, présentée par M. A. Laveran.

Une longue série de recherches anatomo-pathologiques sur les *dysembryomes* (tumeurs mixtes et embryomes, des auteurs), jointe à nos études sur les tumeurs du placenta (môle hydatiforme et carcinome placentaire), nous a permis de préciser le lien qui rattache les unes aux autres ces différentes altérations.

La môle est une *tumeur mixte* de l'embryon, un *dysembryome placentaire :* des axes de tissu connectif muqueux proliférés et, pour la plupart, en état de désintégration vacuolaire, colloïde ou pseudo-kystique, en constituent l'armature. A la surface de ces bourgeons conjonctivo-vasculaires, s'étale un double revêtement, formé par les éléments de l'ectoderme villositaire (cellules de Langhans et plasmode). Ces éléments, surtout les masses plasmodiales, sont végétants; individualisés, ils se disposent d'une façon désordonnée.

Les éléments ectodermiques de la môle possèdent la propriété de franchir brutalement la caduque utérine, tant à travers la couche de Nitabuch, que d'une façon directe, par continuité de tissus, en s'insinuant parmi les cel-

lules déciduales. Poursuivant leur trajet, ces cellules, par leurs contractions amiboïdes, parviennent dans l'intimité du muscle utérin, et jusqu'à l'intérieur de ses cavités vasculaires.

Les greffes intra-utérines de la môle se caractérisent surtout par la brutalité de leurs effractions, par les caractères morphologiques de leurs cellules individualisées, par leur vitalité plus luxuriante, enfin par leur persistance plus prolongée dans l'épaisseur des tissus utérins.

Ainsi comprise, la môle est un dysembryome *bénin*. L'expérience démontre cependant qu'à l'instar des *tumeurs mixtes* de l'adulte, elle peut devenir le point de départ d'une variété de *cancer* (déciduome malin des anciens auteurs, chorio-épithéliome, carcinome placentaire).

Quelle que soit sa localisation, le *carcinome placentaire* tire son origine de la métamorphose monstrueuse d'une partie du revêtement ectodermique des villosités môlaires [1]. En subissant la transformation, inconnue dans sa source, qui les rend épithéliomateux, les éléments ectodermiques de la môle demeurent à l'état embryonnaire : ils forment un cancer d'un type très particulier, spécifique, *plasmodial*, en un mot. Ce *carcinome ectodermique embryonnaire* ne présente, en effet, avec les autres épithéliomes de l'adulte, qu'un seul caractère histo-pathogénique commun : sa gangue mésodermique (axes du tissu muqueux villositaire) assiste, indifférente, au processus néoplasique; seul, l'élément épithélial possède la *puissance cancérigène* (proliférations anarchiques, greffes métastatiques).

A tout âge de la vie extra-utérine, la cancérisation des *tumeurs mixtes* peut correspondre à deux ordres de métamorphoses distincts. Tantôt, en effet, les *souches épithéliales inutilisées*, enclavées dans le dysembryome, ont pu atteindre une différenciation élémentaire avancée; les cellules ont pris, par exemple, les caractères d'épithéliums de revêtement malpighien, ou encore, ceux d'éléments sécrétoires glandulaires. Lorsque la cancérisation atteint telle variété de ces épithéliums spécifiques, elle respecte, à l'ordinaire, la plupart, sinon l'ensemble de leurs caractères histo-physiologiques.

Tantôt, au contraire, la variété de tumeur mixte (dysembryome *complexe*, ou *tératoïde*) renferme, inclus parmi d'autres tissus, des *îlots ectodermiques* demeurés encore à la phase embryonnaire. Englobées à une période très précoce de la segmentation du nouvel être, ces *enclaves*

(1) Toutes les observations publiées de carcinome placentaire succédant à une grossesse *non môlaire* sont sujettes à caution.

ont conservé les caractères ou les aptitudes des cellules ectodermiques de l'embryon. En sollicitant de tels éléments embryonnaires non différenciés, le *molimen cancérigène* pourra réaliser une variété de néoplasme qui reproduira, trait pour trait, un *carcinome ectodermique embryonnaire* identique à celui créé, dans les parois utérines, par la môle hydatiforme devenue cancéreuse. Nombre de tumeurs mixtes (testicule, ovaire, région sacro-coccygienne, etc.) deviennent ainsi le siège de cette complication. Leurs cellules épithéliomateuses ne diffèrent en rien des éléments, tant plasmodiaux que langhansiens, du carcinome môlaire.

L'*épithélioma ectodermique embryonnaire* constitue donc un mode de dégénérescence particulier aux dysembryomes nés aussi bien des annexes fœtales que de l'être humain entièrement développé. Cette variété de cancer possède en propre certains caractères précis, spécifiques. Ses cellules tumorales consistent en masses protoplasmiques, volumineuses à l'ordinaire, et avides des réactifs colorants. Polymorphe, l'élément renferme un ou plusieurs gros noyaux, souvent bourgeonnants, en général inaptes au processus de karyokinèse. Enfin cette *cellule épithéliomateuse ectodermique embryonnaire* se creuse, maintes fois, de larges vacuoles irrégulières, à l'intérieur desquelles les globules rouges du sang trouvent un accès facile, sans toutefois y prendre naissance; ses greffes, à l'intérieur des tissus, s'effectuent par éléments individualisés. Au niveau des vaisseaux sanguins, ces cellules cancéreuses soulèvent souvent et refoulent les endothéliums; elles les remplacent même, sans occasionner de thrombose, au moins tant que le néoplasme n'a pas subi les hémorragies interstitielles et la nécrose fibrinoïde communes à toute tumeur maligne.

En résumé, le *carcinome ectodermique embryonnaire* est toujours *secondaire* à une tumeur mixte (dysembryome) soit du placenta, soit de l'organisme en complet développement.

Né d'une portion de l'ectoderme non différencié, ce néoplasme représente le type le plus pur du « cancer épithélial ».

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du Haut Atlas marocain et ses relations avec l'Atlas saharien*. Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. P. Termier.

J'ai, dans deux précédentes Notes, traité des mouvements orogéniques dans le Haut Atlas occidental sans essayer de remonter aux causes qui les ont produits durant la période néogène.

Depuis, mes recherches au nord de la chaîne, une étude critique des observations des explorateurs qui ont sillonné l'Anti-Atlas et la vallée du Draa, au Sud, m'ont conduit à admettre que l'Atlas est encadré par deux *horsts* anciens à couverture secondaire : la Meseta marocaine et le Plateau saharien.

Il me paraît indiscutable que la vallée du Draa est formée d'un soubassement paléozoïque et cristallin, débris de la chaîne hercynienne arasée, recouverts par les dépôts horizontaux du Crétacé transgressif. Autrement dit, le Sahara occidental partage, au voisinage de l'Atlas, les mêmes caractères que le Saharien algérien, tel que l'a envisagé M. Ed. Suess, d'après les beaux travaux de MM. Haug, Chudeau, Flamand, etc.

Je suis amené ainsi à considérer la région du Draa comme l'*avant-pays* de l'Atlas marocain ; de même que le Sahara central est l'*avant-pays* de l'Atlas saharien.

Ainsi enserré entre deux horsts, dont le plus méridional s'étend à l'aire continentale très vaste du Centre africain, il semble très plausible d'admettre que les plis tertiaires de l'Atlas occidental résultent d'*un rapprochement, en profondeur, de la Meseta marocaine* qui se serait déplacée vers le Sud. Et si l'on songe que le Haut Atlas occidental est réduit, entre le Haouz de Marrakech qui forme le bord méridional du horst septentrional, et la vallée du Sous qui offre la même structure, son minimum de largeur, on conçoit qu'un simple mouvement de bascule de la Meseta marocaine ait suffi pour produire les plis tertiaires qui se réduisent à des anticlinaux et des synclinaux très simples, sans aucun chevauchement.

De fait, ce mouvement de bascule est indiscutable puisque la surface de la pénéplaine qui forme le socle de la Meseta marocaine est portée à des altitudes d'environ 1200^m chez les Zaër et les Zaïan au Nord, tandis qu'elle se trouve au-dessous de la plaine du Haouz à plus de 500^m au-dessous du niveau de la mer.

Je rappellerai, à ce sujet, que j'ai considéré le Haut Atlas marocain comme édifié sur l'emplacement d'une zone effondrée par le morcellement de la chaîne hercynienne, et que l'allure des plis tertiaires a été, dans la suite, déterminée par le bord fracturé des plis carbonifères ([1]). C'est donc entre les bords de cette zone affaissée, demeurée une zone faible de l'écorce terrestre, qu'ont été comprimés les sédiments secondaires qui prennent part à la structure de l'Atlas.

([1]) *Comptes rendus* des 17 et 30 mai 1910.

Ainsi s'expliquerait le déversement constant des plis tertiaires de la zone littorale comprise entre Safi et Agadir lesquels, comme je l'ai montré, *ont une tendance à venir s'écraser sur la Meseta marocaine*. Ces plis semblent témoigner, en réalité, d'un *retour en arrière* des plis résultant d'une surcompression de la chaîne, analogue à celle décrite par M. Argand dans les Alpes Pennines, rappelant aussi les phénomènes tectoniques signalés par M. Léon Bertrand dans les Pyrénées occidentales.

Enfin, il me semble naturel d'admettre que le rejet des plis, au bord méridional de la Meseta marocaine, a été facilité par la présence du Trias gypseux plastique, entre la pénéplaine primaire déjà formée et la série des couches secondaires, calcaires ou gréseuses, rigides, les dépôts lagunaires apparaissant, en effet, dans tous les anticlinaux éventrés à flancs jurassiques ou crétacés.

L'Atlas saharien offre avec le Haut Atlas des analogies de structure qui m'ont fait dire qu'il se trouve en continuité tectonique avec lui. En réalité, il ne constitue pas une véritable chaîne, ainsi qu'il résulte des beaux travaux de M. E. Ritter, mais une suite de massifs à plis très simples ou à peine ébauchés, formant des faisceaux disposés en amygdales. Ces plis ont généralement une direction différente de celle de l'Atlas saharien, faisant avec elle un angle d'environ 45°; de plus, dans chacun des faisceaux, un pli partant de la bordure méridionale de l'ensemble va *relayer*, par une inflexion, les plis septentrionaux du faisceau suivant [1]. Les récents travaux de MM. G.-B.-M. Flamand et H. Roux, sur les massifs des Ksour et de Gafsa, n'ont fait que confirmer cette structure.

L'analogie des plis de l'Atlas saharien, minutieusement décrits par ces distingués géologues, avec ceux du Haut Atlas, est complète. On croirait voir, dans la partie occidentale de la grande chaîne, une reproduction parfaite des plis étudiés par M. Ritter dans le Djebel Amour et les monts des Oulad-Nayl, par M. Flamand dans le massif des Ksour, par M. Roux dans la région de Gafsa. Or, il me semble indiscutable que le massif des Ksour continue le Haut Atlas oriental, de même que le Djebel Amour est en continuité tectonique avec ce dernier. Les dernières rides de l'Atlas marocain s'*ennoyent* sous les dépôts néogènes continentaux des confins algéro-marocains, pour se relever dans le massif des Ksour. De plus, des plis *nés en coulisse*, dans les régions tabulaires du Draa et du Tafilelt, au *sud* du Haut Atlas, vont *relayer les plis septentrionaux* dans l'Atlas saharien.

---

(1) E. Ritter, *Le Djebel Amour et les monts des Oulad-Nayl* (*B. Serv. Carte géolog.*, *Algérie*, Alger, 1902).

Bien que ces régions soient encore très peu connues, la tectonique en est si simple que la lecture attentive des itinéraires admirablement levés et décrits par des explorateurs de la valeur de Ch. de Foucauld, est tout à fait édifiante.

La similitude tectonique étant telle entre le Haut Atlas et l'Atlas saharien, les causes orogéniques qui ont plissé, de l'Atlantique à la Syrte, la grande ride montagneuse qui forme la bordure du grand désert, ne peuvent être qu'identiques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Essai de représentation de la température en fonction de la nébulosité.* Note de M. **Henri Perrotin**, présentée par M. Georges Lemoine.

J'ai entrepris, depuis un an, des recherches ayant trait à l'influence de l'absorption et du rayonnement sur les variations de températures. Entre tous les travaux publiés, à ce jour, sur la distribution de la chaleur à la surface du globe et l'établissement de cartes d'isothermes, il y a place, semble-t-il, pour une étude essayant de relier l'effet à la cause. Le but est de déterminer, en un point donné, la valeur de la température d'après les échanges caloriques que nous pouvons connaître. Ces échanges sont de deux sortes : d'une part, conduction ; d'autre part, absorption et rayonnement. C'est sur ce dernier point que portent mes recherches.

Pour une station déterminée, dans une période où les mouvements généraux de l'atmosphère sont faibles (au mois de juillet dans l'hémisphère nord), la température semble devoir dépendre presque uniquement de la quantité de chaleur qui arrive au sol et de celle qui est rayonnée par lui. Comme cette quantité de chaleur dépend à son tour de l'absorption de l'atmosphère et particulièrement de la nébulosité, j'ai été conduit à chercher une représentation de la température en fonction de la nébulosité afin d'éliminer ce dernier facteur dans la suite du travail. A cet effet, j'ai choisi un certain nombre de stations dont les observations de température et de nébulosité me paraissaient les meilleures.

En appelant n la nébulosité moyenne d'un mois de juillet, pour une station de l'hémisphère nord, t la température moyenne observée, j'ai pu représenter avec une approximation suffisante [1] la tempéra-

[1] J'ai employé, dans ce but, une représentation graphique consistant à porter sur une feuille millimétrique les nébulosités en abscisses et les températures en ordonnées. Cette représentation s'accorde bien avec les calculs que j'ai faits concurremment par la méthode des moindres carrés.

ture moyenne mensuelle par une relation de la forme $t = t_0 + a n$.

La formule linéaire est assez compréhensible, car elle signifie que la température est, en gros, proportionnelle à la durée pendant laquelle un point du sol est exposé aux rayons de la source de chaleur.

J'ai ainsi obtenu les températures théoriques (dont je me propose d'augmenter le nombre par la considération de stations prises dans l'hémisphère sud pour le mois de janvier), températures correspondant au cas où il n'y aurait pas de nuages dans l'atmosphère : ce sont ces températures encore imparfaites, auxquelles devront être appliquées de nouvelles corrections (entre autres, correction résultant de l'absorption atmosphérique), que je me propose de relier, dans la suite, à la constante solaire.

Quoi qu'il en soit, les premiers résultats, obtenus par élimination de la nébulosité, m'ont paru assez concordants : ils sont résumés dans le Tableau ci-après qui renferme en outre la répartition des erreurs résiduelles [1] propres à chaque station :

Stations [2].	Latitude.	Nombre [3] d'observations.	Température théorique du mois de juillet.	Coefficient de nébulosité.	Nombre d'erreurs résiduelles [4] comprises entre		
					0° et 0°,9.	1° et 1°,9.	2° et 2°,5.
Parc Saint-Maur.......	48°.48	90	23°,7	— 1,0	31	20	6
Puy de Dôme (plaine).	45.46	60	26,4	— 1,4	25	26	6
Rome................	41.54	26	26,4	— 1,0	19	11	6
Florence.............	43.46	26	27,1	— 1,1	17	13	6
Gênes................	44.25	26	27,3	— 1,1	17	10	9
Venise...............	45.26	26	28,1	— 1,2	18	11	7
Milan................	45.28	26	29,3	— 1,2	18	11	5
Turin................	45.40	26	28,2	— 1,3	17	12	6

(1) Partant de la relation linéaire relative à une station déterminée $t = t_0 + a n$, relation dans laquelle t_0 et a sont connus, remplaçant n par les nébulosités moyennes des mois de juillet des différentes années observées, j'ai obtenu les températures moyennes calculées : leurs différences avec les valeurs observées correspondantes fournissent les erreurs résiduelles dont le dénombrement figure dans le Tableau.

(2) Toutes les stations choisies sont de faible altitude.

(3) Pour les huit premières stations moyennes par décades, pour les autres moyennes mensuelles.

(4) Sur vingt-quatre stations employées, quatre seulement fournissent chacune une, deux ou trois erreurs résiduelles dépassant 2°,5 (Parc Saint-Maur, Puy de Dôme, Milan, Turin).

Stations.	Latitude.	Nombre d'observations.	Température théorique du mois de juillet.	Coefficient de nébulosité.	Nombre d'erreurs résiduelles comprises entre 0° et 0°,9.	1° et 1°,9.	2° et 2°,5.
	°		°				
New-Orléans	29.58	17	30,9	− 0,8	11	5	1
Jacksonville	30.20	17	32,3	− 1,0	11	5	1
Pensacola	30.25	17	32,5	− 1,0	13	4	0
Mobile	30.41	17	32,1	− 1,1	10	5	2
Memphis	35.09	17	31,3	− 1,1	11	6	0
Hatteras	35.15	17	30,7	− 1,0	15	2	0
Fortsmith	35.22	17	31,5	− 1,0	9	6	2
Block-Island	41.10	20	24,9	− 1,0	12	8	0
Nantucket	41.17	20	24,9	− 1,0	12	7	1
New-Haven	41.18	20	26,0	− 0,9	14	3	0
Christiania	59.55	18	24,7	− 1,0	11	6	1
Bergen	60.24	19	21,2	− 1,0	9	8	2
Christiansund	63.70	19	19,9	− 1,0	10	7	2
Brönö	65.28	19	20,5	− 1,1	10	6	3
Vardö	70.22	19	16,5	− 1,0	11	7	1
Trieste	46.20	30	28,1	− 1,0	22	8	0

L'ensemble de ces premiers résultats permet de faire les deux remarques suivantes :

1° *Le coefficient de nébulosité reste sensiblement uniforme et voisin de* 1.

2° Pour les stations ayant à peu près la même latitude, les températures théoriques t_0 ne présentent entre elles que de faibles écarts.

L'examen qui a été fait, pour chaque station, des erreurs résiduelles, a toujours indiqué que les écarts importants (atteignant et dépassant 1°) correspondaient à des mois de juillet soumis à de forts mouvements atmosphériques.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, les températures théoriques ainsi obtenues sont encore susceptibles d'améliorations, mais elles présentent déjà un intérêt suffisant pour justifier cet exposé.

A 4 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément.............................. 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros):

Paris.. 30 fr.
Départements.................................. 40 fr.
Union postale................................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.

Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23): 1870.. 25 fr.

Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.

Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4; Tomes I à LI, 1816 à 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.............................. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881................................ 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4; Tomes I à XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881.......................... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet*. — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard*. — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.

— IIe Partie : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.................................... 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.

— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches : 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.

— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches: 1885...................... 25 fr.

— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882........................ 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.................................... 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.............................. 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.................................... 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*)

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes ..... 275 fr.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 15 Avril 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOMF 154.

N° 17 (22 Avril 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Mesures actinométriques pendant l'éclipse du* 17 *avril.* Note de M. **J. Violle.**

La journée du 17 avril, bien que, au point de vue météorologique, meilleure que celles du 16 et du 18, n'a cependant pas été favorable aux mesures actinométriques.

Pendant la veille de l'éclipse, le temps se montra brumeux, par suite les observations furent médiocres.

Le jour même, 17 avril, de légers cirrus, d'abord rares, devinrent assez nombreux à partir de 1^h, avec quelques cirro-cumulus.

Dans la journée du lendemain, le ciel, beau le matin, se couvrit graduellement de cumulus à partir de $10^h 30^m$, et les observations devinrent impossibles à $11^h 45^m$.

Grâce à l'obligeance de M. Trouard-Riolle, directeur de l'École nationale de Grignon, j'avais pu y installer mon actinomètre absolu et j'y ai relevé une série de mesures de la radiation, et quelques observations météorologiques, avec l'aide de M. Bailly, répétiteur à l'École.

Sur ma demande, M. Maurice a fait une série de mesures à Trappes avec le pyrhéliomètre Angström, appartenant à l'Observatoire de météorologie dynamique, de M. Teisserenc de Bort. L'inépuisable obligeance de notre confrère m'a permis en outre de faire lancer par M. Geoffre un ballon porteur d'actinomètres à boule : on pouvait ainsi supprimer l'influence de la partie la plus gênante de notre atmosphère et dépasser, sans doute, les brumes et

nuages trop à craindre en cette saison. Ce ballon est tombé près de Vernon, dans l'Eure; je n'en ai pas encore les feuilles.

Enfin j'avais prié M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, d'y répéter les observations qu'il y avait faites avec tant d'habileté et de succès en 1900 (¹). Mais, au jour de l'éclipse, « le Pic du Midi a été plongé presque constamment dans le brouillard (avec même un peu de neige), c'est-à-dire dans une couche de strato-cumulus, qui, à Bagnères-de-Bigorre, masqua presque constamment le Soleil, ne le laissant voir que comme un disque très pâle. Dans ces conditions, il n'y avait rien à faire au point de vue de la radiation solaire. »

J'avais d'ailleurs remis à M. Marchand le pyrhéliomètre que M. Abbot m'a envoyé pour comparer les instruments français à l'étalon de la Smithsonian Institution, et qui a déjà été utilisé à cet objet par M. Eblé au Parc Saint-Maur. Les observations devaient être faites à la fois avec l'appareil Abbot et avec les actinomètres en service à l'Observatoire du Pic et à Bagnères. Les expérimentateurs devaient, comme tous ceux qui voulurent bien me prêter leurs concours, opérer non seulement le jour de l'éclipse, mais encore, autant que possible, la veille et le lendemain, de façon à pouvoir éliminer au mieux les influences perturbatrices. Il est regrettable que les circonstances atmosphériques aient empêché les mesures préparées très soigneusement par M. Marchand.

Je communiquerai prochainement à l'Académie les résultats des mesures que j'aurai pu rassembler.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse du 17 avril à l'Observatoire de Nice.* Note de M. **Bassot.**

Le ciel a été excessivement brumeux à Nice, presque couvert, avec vent violent.

M. Javelle a observé au grand équatorial (0, 76) et a obtenu pour les contacts :

	Temps légal.
	h m s
Premier contact	10.48.32
Dernier contact	13.35. 7

A l'aide du chercheur, il a obtenu, par projection, environ 60 mesures de la corde commune, dont chacune a une précision de ± 10″.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. 130, p. 1658.

A l'équatorial coudé, on a observé le phénomène par projection; les résultats sont :

Observateurs.	Premier contact.	Dernier contact.	
MM. Schaumasse............	10h.48m.9s	13h.35m.13s	Temps légal.
Colomas...............	10.48. 8		
Baillaud..............	10.48.13	13.35.11	
Fayet.................	10.48.12	13.35.10	

On a obtenu 90 mesures de la corde commune; chaque mesure résulte de la moyenne d'un groupe de 8 à 10 trous d'aiguille faits simultanément par deux observateurs, un à chaque corne. L'heure était prise par un troisième observateur.

On estime que chacun de ces 90 groupes pourra fournir la longueur de la corde à $0^{mm},5$ près, soit 5″ d'arc, et l'angle de position de la corde commune à la moitié ou un tiers de degré près.

M. Lagrula a observé au petit équatorial et a obtenu environ 40 photographies.

M. Chrétien s'est installé à Saint-Germain-en-Laye à la station choisie par M. de La Baume Pluvinel. Il s'était donné comme programme de faire la spectro-photométrie de la lumière émise par le croissant solaire aux différentes phases de l'éclipse, pour obtenir la variation, en quantité, de cette lumière pour huit des radiations du spectre comprises entre K et C.

Il a complètement réalisé son programme, et dans les conditions les plus favorables; il a obtenu 256 épreuves photographiques, soit 32 par radiation, toutes très bien réussies.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Opérations de l'Observatoire de Meudon pendant l'éclipse du Soleil du 17 avril.* Note de M. **H. Deslandres.**

1° Les éclipses totales du Soleil sont utiles surtout à la branche nouvelle de l'Astronomie physique; ce sont elles qui ont dévoilé les dépendances de l'astre, extérieures au bord et à la surface, très étendues et intéressantes, mais cachées en temps ordinaire par l'illumination trop vive de notre ciel. Ces dépendances constituent ce qu'on appelle l'*atmosphère du Soleil;* elles comprennent, comme on sait, deux parties principales, à savoir : (*a*) la *chromosphère*, mince et relativement brillante, de laquelle se détachent les protubérances, et qui est formée de gaz lumineux et de particules brillantes;

(*b*) la *couronne*, plus faible d'éclat, mais très étendue, qui est formée presque exclusivement de particules, et qui n'émet qu'un petit nombre de radiations gazeuses, attribuées la plupart à un gaz hypothétique, le coronium.

Or, depuis 1868 et progressivement, des parties importantes de cette atmosphère, et, pour préciser, de la chromosphère, ont pu être révélées journellement en dehors des éclipses. En premier lieu la méthode oculaire de Lockyer et Janssen avec le spectroscope a donné la chromosphère et les protubérances des éclipses au bord solaire extérieur; puis, en 1892, Hale et Deslandres, avec le spectrographe ordinaire et le spectrohéliographe, obtiennent en tout temps la chromosphère entière, intérieure et extérieure au bord, dans la demi-sphère tournée vers la Terre. Même, il a été possible ensuite de distinguer et de photographier trois couches différentes superposées dans cette chromosphère entière; nous avons pu, en 1908, d'Azambuja et moi, isoler complètement à Meudon la couche supérieure, particulièrement curieuse (¹). Mais (et c'est un point que l'on a tort en général de passer sous silence) ces résultats s'appliquent seulement aux gaz et vapeurs de la chromosphère; les particules de cette chromosphère, qui offrent un intérêt au moins égal, et la couronne formée de particules, échappent encore à l'observation journalière; jusqu'à présent, elles sont accessibles seulement dans les éclipses totales et dans les instants très courts de la totalité.

Les amas de particules, parfois très brillants dans certaines protubérances, et la couronne avec ses rayons en forme de gloire, sont donc surtout à considérer dans les éclipses totales. Il reste à déterminer le lien, encore mal connu, des rayons coronaux avec les protubérances, et d'une manière générale avec la couche supérieure de la chromosphère, qui est directement en contact avec la couronne.

Les filaments noirs, caractéristiques de cette couche, et qui sont en accord étroit avec les protubérances, doivent être un élément important de cette dépendance; ils sont en effet constamment le siège de mouvements ascensionnels, comme je l'ai annoncé en 1909 (²).

C'est ainsi que j'ai été conduit à organiser tout d'abord, pour cette éclipse du 17 avril, deux recherches principales bien distinctes, à savoir : (*a*) le

(¹) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 334, 467 et 1016.

(²) *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 179 et 493 et t. 4 des *Annales de Meudon*, p. 94.

relevé aussi complet que possible des trois couches de la chromosphère entière, et surtout de la couche supérieure qui n'est photographiée encore qu'en France, relevé fait à Meudon même, avec le personnel et le matériel attachés journellement à ce travail ; (*b*) la photographie directe des dépendances solaires du bord et de la couronne, dans une autre station, voisine et située dans la ferme-école de Grignon sur la ligne de centralité. Comme la durée de la totalité était ou très courte ou nulle, cette seconde opération pouvait être difficile ou même impossible ; mais la première opération conservait sa valeur dans tous les cas, puisque les documents recueillis pouvaient être utilisés par d'autres missions plus favorisées pour la durée de la totalité.

A ces deux recherches, qui rentrent en fait dans le travail courant de l'Observatoire, j'en ai joint une troisième, qui est nouvelle, et qui peut conduire à la reconnaissance journalière, en dehors des éclipses, des amas de particules de l'atmosphère solaire.

2° Le personnel de l'Observatoire a été réparti de la façon suivante entre les deux stations :

A Meudon sont restés le Directeur de l'Observatoire, avec les personnes attachées d'ordinaire aux spectrohéliographes, c'est-à-dire avec MM. d'Azambuja, Burson et Charpentier. Sont restés aussi M. Perot, physicien de l'Observatoire et M. Bosler.

Au moment de l'éclipse maxima, M. d'Azambuja s'est servi surtout d'un spectrohéliographe nouveau, récemment organisé, dont j'ai donné le principe en 1904, et que j'ai appelé *spectrohéliographe polychrome*. Il peut, en effet, isoler non plus seulement la lumière d'une radiation unique, comme le spectrohéliographe ordinaire, mais à la fois la lumière de plusieurs raies, aussi nombreuses qu'on le désire. Il est destiné à la reconnaissance des amas très brillants de particules, et peut-être aussi de la couronne intérieure qui, il est vrai, est notablement plus faible ([1]). Je le décrirai en détails prochainement dans une Note publiée en collaboration avec M. d'Azambuja.

Au même moment, M. Burson opérait avec le grand spectrohéliographe de 14^m et la raie verte du coronium et M. Charpentier avec le petit spectrohéliographe de 1^m et la raie K du calcium.

D'autre part, M. Perot a utilisé le grand spectrographe qu'il a construit lui-même et qui assure avec précision la mesure des longueurs d'ondes. Il s'est proposé de déterminer la longueur d'onde de la raie verte du coronium, et éventuellement la vitesse de rotation de la couche coronale correspondante.

M. Bosler, attaché en temps ordinaire à la grande lunette de l'Observatoire, avait

([1]) Le principe du spectrohéliographe polychrome et son application à la recherche des particules solaires ont été exposés avec détails dans les *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 1380, et t. 142, 1906, p. 1011.

disposé le spectroscope à trois prismes de l'instrument pour l'observation du spectre éclair et de la couche renversante du Soleil.

Je dois signaler aussi la présence à Meudon de M. A.-B. Chauveau, qui avait installé sur la terrasse du château un appareil pour la mesure des vitesses de déperdition électrique.

La mission de Grignon, d'autre part, comprenait M. Bernard, chef de mission, attaché depuis plusieurs années à l'Observatoire, Mme Bernard, MM. Pasteur et Coroyer.

M. Bernard avait monté près du bâtiment de la Zootechnie sur une aire plane en bois un grand spectroscope à réseau et à fente circulaire qui recevait la lumière d'un cœlostat et d'un objectif astronomique, et devait donner le spectre éclair.

Les autres membres de la mission assuraient la photographie directe du Soleil, Mme Bernard, avec une chambre de $0^m,65$, munie d'un verre rouge, M. Pasteur, avec un objectif de huit pouces employé aussi en lumière rouge, et M. Coroyer, avec le photohéliographe de l'Observatoire, qui donnait des images de 26^{cm}.

Enfin, à la mission, s'étaient joints M. Landry, télégraphiste sans fil, aimablement mis à notre disposition par le colonel Bourgeois et le commandant Ferrié pour la réception de l'heure envoyée par la Tour Eiffel, et aussi quatre polytechniciens, MM. Hamy, Neuville, Bressot et Lévy que M. Carvallo, directeur de l'École, avait bien voulu, sur ma demande, détacher à Grignon. M. Landry a compté le temps à haute voix, et les polytechniciens ont noté et inscrit les heures exactes des poses photographiques.

3° J'énumère ensuite brièvement les principaux résultats des deux stations. Les détails de chaque observation seront ensuite donnés, s'il est nécessaire, dans des Notes séparées.

A Grignon, l'éclipse n'a pas été totale, mais annulaire et, au moment de l'éclipse maxima, la partie restante du Soleil au Nord a été notablement plus large que la partie restante du Sud, qui, sur les photographies, montre les grains de Baily. On en conclut que la ligne de centralité était plus au Sud et que la station de Grignon était à la limite nord de la zone d'annularité : dans ces conditions, le moment des contacts intérieurs est difficile à déterminer avec précision; les meilleures indications seront fournies par les mesures sur les épreuves photographiques.

Le grand photohéliographe a donné plusieurs grandes images de 26^{cm} dans la phase annulaire et dans les phases précédente et suivante. Quelques-unes, qui ont des cordes nettes et dont l'heure de pose est bien relevée, pourront servir à des mesures précises de position.

Les images en lumière rouge montrent des protubérances, et un liséré brillant tout autour de la Lune, même du côté opposé au croissant. Mais, en

fait, et cela est regrettable, aucune des épreuves de Grignon ne décèle de détails intéressants attribuables à la couronne seule.

Enfin, M. Bernard, de son côté, a obtenu plusieurs spectres du croissant et de la couche renversante.

A Meudon, M. Chauveau a constaté, au moment de l'éclipse, une anomalie remarquable de la déperdition électrique.

D'autre part, M. Perot a observé la raie verte de la couronne λ 530 au bord ouest de l'équateur solaire à 1' du bord, avant la phase maxima, mais il a pu seulement soupçonner sa présence au bord Est, et dans ces conditions, la mesure complète de la rotation n'a pas été possible. Au bord Ouest, la raie était faible, dissymétrique et nettement dégradée vers le rouge; elle était fort large (jusqu'à $1^{A},5$). La longueur d'onde mesurée rapidement, λ $5303^{A},7$, est plus forte que celle donnée par Campbell en 1902 (5303,3), mais la largeur et la dissymétrie de la raie sont un obstacle sérieux qui diminue la précision; et M. Perot estime que, dans ces conditions, la mesure spectrale de la rotation aurait une faible valeur.

M. Bosler a obtenu plusieurs épreuves spectrales, et quelques-unes de la couche renversante et du spectre éclair qui sont riches en raies brillantes.

Enfin, les épreuves nombreuses des protubérances, et des couches supérieures de la chromosphère faites avec le concours de MM. d'Azambuja, Burson et Charpentier, ont décelé quelques faits intéressants.

Le Soleil est actuellement, comme on sait, dans une phase de minimum ; il est très calme, au moins si l'on considère seulement les phénomènes de la surface. Pendant plusieurs jours il n'offre aucune tache et aucune facule appréciable; mais, par contre, les couches supérieures de l'atmosphère continuent à montrer des protubérances et des filaments noirs, surtout aux pôles. L'activité solaire qui, au moment du maximum des taches, est concentrée surtout près de la surface et dans les basses latitudes, semble se reporter, au moment du minimum, dans les hautes latitudes et dans les couches supérieures.

Le 14, un petit groupe de taches (8° latitude Sud) disparaît au bord Ouest et l'on constate au pôle Sud une courbe polaire de filaments et alignements qui s'est maintenue assez nette jusqu'au moment où j'écris ces lignes, jusqu'au 22 ; le 17, elle était bien visible. Les protubérances sont liées à ces filaments; or le 16, elles étaient plus fortes et nombreuses qu'elles ne sont en général à cette époque, principalement dans l'hémisphère Sud ; elles ont persisté avec ce caractère le 17 et le 18. Le Tableau

ci-dessous en donne le relevé fait sur l'épreuve du 17 avec le petit spectrohéliographe de 1m (1) :

Protubérances principales du 17 avril 1912, photographiées à 8h56m avec la raie k.

Latitude.	Est ou Ouest.	Largeur.	Hauteur.	Intensité de 1 à 5.
22° N.	Est	1°	40″	1
47 N.	Est	3	75	4
17 N.	Ouest	2	10	2
53 S.	Est	2,5	50	5
47 S.	Ouest	15	60	5
28 S.	Ouest	7	30	3
12 S.	Ouest	2	25	2

La protubérance la plus étendue (latitude 47° Sud), qui est doublée, comme il arrive souvent, d'une protubérance diamétralement opposée, a même varié et augmenté notablement du 16 au 18; sur les épreuves de la couche supérieure faites le 17 au matin, avec le grand spectrohéliographe de 14m, elle s'annonce comme étant en arrière du bord. Cette protubérance est aussi bien visible sur les épreuves directes du Soleil en lumière rouge faites à Grignon au moment de l'éclipse maxima, mais elle est moins nette et détaillée que dans les épreuves faites le matin en dehors de l'éclipse avec le spectrohéliographe. Il est très désirable qu'on puisse avoir une belle image de la couronne pour l'étude des relations de cette protubérance variable avec les rayons coronaux.

Le fait le plus curieux peut-être sur cette protubérance a été fourni par les deux appareils de Meudon, qui sont le spectrohéliographe polychrome et le grand spectrohéliographe de 14m. L'appareil polychrome a des propriétés nouvelles et précieuses, il donne une image de l'astre avec les raies noires de la couche renversante; ce qui élimine en partie l'obstacle de la lumière diffuse du Ciel, et favorise la révélation des images de particules. Avec le modèle provisoire employé, la lumière de notre Ciel est trois fois plus diminuée que celle des particules. Il n'a pas donné la couronne intérieure, comme on l'avait espéré; la pose a été trop courte pour cette lumière faible. Par contre, l'épreuve faite au moment de l'éclipse maxima a montré un renforcement à l'emplacement de la grande protubérance, ce qui annonce un amas de particules plus brillant que les parties voisines.

(1) La même épreuve montre une dizaine de protubérances plus faibles qui ne sont pas relevées dans le Tableau.

Au même endroit du bord solaire, l'épreuve du grand spectrohéliographe avec la raie verte coronale montre aussi un renforcement qui est dû soit aux mêmes particules, soit à un éclat plus grand du gaz coronium à l'emplacement de la grande protubérance.

Déjà, pendant l'éclipse de 1905, et au moment de la totalité, j'avais pu, aidé par M. Blum, déceler et isoler, avec des écrans colorés spéciaux, un amas de particules à la base d'une belle protubérance. Mais le spectrohéliographe polychrome convient mieux pour cette recherche en dehors des éclipses et en dehors de la totalité dans les éclipses; car il permet de diminuer la lumière diffuse de notre ciel, et d'autant plus qu'il est plus puissant et plus dispersif. On peut espérer que le modèle actuel, agrandi et amélioré, dévoilera en temps ordinaire les amas de particules de la chromosphère entière.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, à Cormeilles-en-Parisis*, par M. **G. Bigourdan**.

Le but principalement poursuivi était l'observation des contacts, et surtout des contacts intérieurs, en vue de mieux fixer la valeur du diamètre lunaire qui convient au calcul des éclipses de Soleil.

Il fallait donc se placer aussi près que possible de la ligne de centralité : c'est ainsi que j'ai été amené à choisir, près du fort de Cormeilles, la batterie des Cotillons, où se trouve une station de télégraphie sans fil permettant de recevoir les signaux horaires (¹).

J'étais assisté par M. E. Paloque, stagiaire à l'Observatoire de Paris.

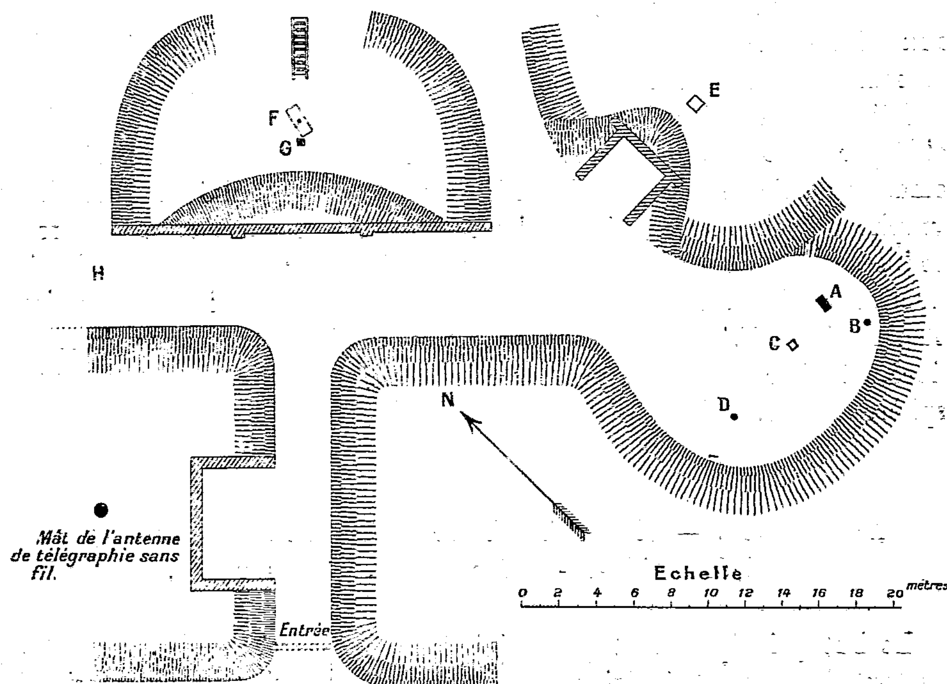
Mon instrument était installé en plein air, au point A du croquis ci-après (²).

(¹) M. le colonel Bourgeois, directeur du Service géographique de l'Armée, avait fait explorer la région de la ligne de centralité, pour reconnaître les points qui se prêtaient le mieux à l'installation des instruments. Au nombre des points signalés se trouvait le fort de Cormeilles, avec les batteries et redoutes voisines, pour lesquels M. Bourgeois a obtenu les autorisations indispensables.

Nous avons trouvé auprès des autorités militaires un concours très précieux dont nous sommes heureux de les remercier. M. le général Delarue, commandant le Génie du gouvernement militaire de Paris, et divers officiers ont assisté aux observations, ainsi que M. Ch. Lallemand, membre de l'Institut, etc.

(²) Ce croquis indique aussi la place des instruments employés par les autres observa-

Les relevés de points connus, faits avec un théodolite placé sur le pilier G, permet-



Batterie des Cotillons. — Plan de la partie de cette batterie où étaient installés les instruments.
A. Équatorial de 0m,16 (M. Bigourdan).
B. Lunette de 0m,07 à monture azimutale (M. J. Eyssérie).
C. Coronographe à monture azimutale (M. Stéfanik).
D. Lunette de 0m,07 à monture azimutale (M. L. Fabry).
E. Position du photomètre de M. Nordmann.
F. Abri météorologique.
G. Pilier de bois sur lequel on a posé le théodolite employé pour relever divers points connus du voisinage

tront de déterminer les coordonnées géodésiques exactes du point d'observation. Voici les coordonnées provisoires déduites de la Carte de l'État-Major :

Longitude.........	0° 7′ 20″ ouest de Paris
Latitude..........	+48°58′55″
Altitude..........	163m

Lunette. — L'instrument employé était le petit équatorial de l'Observatoire du Bureau des Longitudes, à Montsouris, obligeamment prêté par M. l'amiral Fournier, directeur de cet Observatoire.

---

teurs. Il a été dressé par MM. J. Eyssérie et P. Heitz qui ont déjà pris part à l'observation d'autres éclipses totales de Soleil : 28 mai 1900, à Hellin, en Espagne; 29-30 août 1905, à Sfax, en Tunisie.

Sa lunette, entraînée par un mouvement d'horlogerie, a $0^m,16$ d'ouverture et $2^m,10$ de distance focale; elle est munie d'un micromètre à une vis et dans lequel avait été placé un cercle de position *oculaire* dont j'ai eu l'occasion de parler ailleurs ([1]). Chaque tour de la vis vaut 1′ environ ([2]) et est divisé en 60 parties. On avait enlevé le prisme d'éclairage du champ et son support, qui auraient pu produire des phénomènes de diffraction, de sorte que la lumière solaire ne rencontrait dans le tube aucun obstacle.

L'oculaire placé provisoirement sur le micromètre donnait un champ de 45′ à 47′ et montrait avec netteté le Soleil tout entier. Il produisait un grossissement de 37 diamètres, et portait un verre noir gradué, permettant de régler à volonté l'intensité de l'image solaire.

Cet équatorial était fixé sur deux pylônes ([3]) creux en bois, couplés ensemble et placés l'un par rapport à l'autre dans le sens nord-sud. Ils étaient enfoncés de $0^m,40$ dans le sol et remplis de matériaux lourds, de sorte que la stabilité était très bonne ([4]). D'ailleurs le point A d'installation avait été choisi parce qu'il est abrité du vent, surtout au Nord et à l'Est, par l'élévation du terrain environnant.

Garde-temps. — C'était le chronomètre de temps sidéral 4513 Bréguet, que M. Hanusse, directeur du Dépôt de la Marine, avait bien voulu nous prêter.

La correction de ce chronomètre a été déterminée par les signaux radiotélégraphiques de l'Observatoire de Paris, envoyés par l'intermédiaire de la tour Eiffel à 12^h45^m et à 14^h45^m ([5]). Comme l'heure de ce chronomètre a servi à un assez grand nombre d'observateurs, nous donnerons ici en détail les comparaisons qui ont permis d'en déterminer la correction.

Heure des signaux, temps légal.	Temps sidéral de Paris.	Temps du chron. 4513 Br.	Corr. conclue du chron. Bréguet 4513 par rapport au temps sidéral de Paris.	
			Valeurs individ.	Moyennes.
h m s	h m s	h m s	h m s	
12.45.0	2.35.27,42	5.33.44,8	−2.58.17,38	
12.47.0	2.37.27,75	5.35.45,3	−2.58.17,55	$-2^h58^m17^s,42$
12.49.0	2.39.28,08	5.37.45,4	−2.58.17,32	
14.45.0	4.35.47,13	7.34. 4,9	−2.58.17,77	$-2^h58^m17^s,80$
14.47.0	4.37.47,46	7.36. 5,3	−2.58.17,84	

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, p. 845 (séance du 1er avril 1912).

([2]) Les instruments, apportés à Cormeilles le 15 avril et installés en plein air, ont dû être démontés aussitôt après l'éclipse. On n'a donc pu déterminer sur place la valeur du tour de vis; elle sera indiquée plus tard.

([3]) Ces deux pylônes sont ceux qui portaient le déclinomètre et le bifilaire dans les observations magnétiques faites à Sfax lors de l'éclipse du 29-30 août 1905 (voir *Annales du Bureau des Longitudes*, t. VIII, p. A.42).

([4]) L'installation et le réglage ont été faits par M. Stefanik qui, en outre, a bien voulu surveiller le transport des instruments.

([5]) Nous n'avons pas utilisé les signaux ordinaires de 10^h45^m; leur réception aurait pu compromettre l'observation du premier contact qui a eu lieu à $10^h48^m51^s$.

La marche horaire résultante, — $0^s,19$, n'a peut-être rien de réel, mais elle est assez faible pour ne pas entacher sensiblement les observations, et nous l'emploierons pour le calcul des corrections correspondant aux heures des contacts.

Voici, en outre, les résultats moyens des comparaisons des autres chronomètres à 4513 Bréguet :

	h m s	h m s
Chron. 4513 Br.	1.57.32,25	7.49.22,2
Chron. 3799 Bruce (employé par M. Blondel)........	9. 9.49,45	14. 0.42,2
Chron. 4513 Br.	2.50.40,50	7.43.16,0
Montre 2640 Leroy (employée par M. J. Mascart).....	10. 2.15,10	14.54. 1,9

État du ciel et des images. — Le ciel est resté constamment favorable, sans nuage, mais avec la brume assez légère qui accompagne souvent les journées ensoleillées et calmes. Dans la première partie de l'éclipse partielle, cette brume est devenue plus prononcée et elle donnait déjà au ciel une teinte analogue à celle qu'elle prend vers la grande phase des éclipses totales de Soleil. Toujours cette brume a masqué assez fortement la vue des objets terrestres éloignés. L'image du Soleil était calme ou assez calme, sauf dans la dernière partie de l'éclipse partielle et surtout vers la fin : les bords solaires étaient alors assez ondulants. Le Soleil ne présentait aucune tache.

Observations des contacts. — Pour l'observation des contacts extérieurs (1 et 4), l'objectif était diaphragmé à $0^m,04$; mais pour les contacts intérieurs (2 et 3), il avait sa pleine ouverture ($0^m,16$).

Les secondes du chronomètre 4513 Br. étaient battues par M. Paloque et numérotées de 10 en 10, de manière à être entendues par tous les observateurs voisins. Voici les heures que j'ai notées, avec les corrections correspondantes du chronomètre et leur transformation en temps divers :

Contacts.	Heure notée du chr. 4513 Br.	Corr. adoptée du chr. 4513 Br.	Heures correspondantes en temps de Paris. Temps sidéral.	Temps moyen.	Temps légal.
	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
1......	3.37.17,0	—2.58.18,0	0.38.59,0	10.58.11,6	10.48.50,6
2......	4.58.54,0	—2.58.18,3	2. 0.35,7	12.19.35,0	12.10.14,0
3	4.58.58,0	—2.58.18,3	2. 0.39,7	12.19.39,0	12.10.18,0
4......	6.21.15,0	—2.58.18,6	3.22.56,4	13.41.42,2	13.32.21,2

Contact 1. — On avait placé un fil mobile tangentiellement au bord solaire, à l'angle de position indiqué par la *Connaissance des Temps* pour l'entrée à Paris, et ce contact s'est bien produit au point où on l'attendait.

Contact 2. — Il s'est produit au bord ouest ou *précédent* du Soleil, et

en un point où l'observation n'a pas été beaucoup troublée par les grains de Baily. L'observation paraît précise à une fraction de seconde de temps près.

Contact 3. — Il a eu lieu au bord est ou *suivant* du Soleil, et son observation n'a guère été troublée non plus par les grains, de sorte que l'approximation paraît être la même à peu près que pour le contact 2.

Contact 4. — Observé dans de bonnes conditions.

Vers la phase centrale, mon attention était portée surtout sur l'observation des contacts 2 et 3. Dans le temps qui les a séparés, et qui m'a paru assez long, je n'ai pas examiné attentivement l'anneau lumineux qui entourait la Lune. Mais comme l'oculaire montrait largement le Soleil entier, si cet anneau avait présenté des interruptions notables, je les aurais sans doute remarquées. Je n'ai pas noté non plus que cet anneau fût inégalement épais au Nord et au Sud ([1]).

Il résulte de là que l'éclipse a été pour moi très nettement annulaire, et aussi que le point d'observation était fort voisin de la ligne de centralité.

Grains de Baily. — Ces grains se sont montrés à peu près partout où le filet solaire restant était très mince. Souvent les pointes des cornes du croissant solaire ont paru soit émoussées, soit détachées entièrement. A l'approche du second contact, on a remarqué, dans la région australe, une grande proéminence lunaire qui a quelque temps détaché la corne du croissant sur une longueur assez grande, 1′ ou 2′.

Visibilité de la Lune hors du Soleil. — Quand j'attendais le second contact, au bord précédent du Soleil, j'ai vu une auréole concave vers le Soleil, bien nettement terminée sur son côté concave, mal terminée sur son côté convexe et large de 1′ à 2′; elle était limitée intérieurement par le bord lunaire qui était hors du Soleil et qui se projetait sur la couronne solaire ou sur les parties élevées de la chromosphère. Sûrement elle n'avait rien de commun avec une fausse image du croissant solaire produite par quelque réflexion sur les verres de l'objectif ou de l'oculaire, et vue quelque temps auparavant : l'aspect et l'étendue étaient totalement différents.

([1]) A l'œil nu, au milieu de l'éclipse, M. Salles a vu le Soleil entourant complètement la Lune, sauf en quatre points à peu près équidistants où, sans doute, de grosses aspérités du bord lunaire interceptaient l'anneau lumineux.

Mesure de la direction de la corde commune. — En raison de l'installation sommaire de l'équatorial, on ne pouvait compter sur le mouvement diurne instrumental. Afin de pouvoir déterminer la lecture correspondant au parallèle céleste, on a fait, avec le même fil que les mesures de direction, les pointés suivants, lunette fixe, sur le bord austral du Soleil. La lunette est restée constamment du même côté du pied (à l'Ouest) et le cercle de position était à la lecture 92°,0.

Temps de 4513 Br.	Pointés sur le bord du ⊙.	Temps de 4513 Br.	Pointés sur le bord du ⊙.	Temps légal.	Pointés sur le bord du ⊙.
h m s	t p	h m s	t p	h m s	t p
3.10.42	0.26,4	3.55.20	36.23,9	13.39.20	32.12,3
»	0.29,7	3.55.43	36.23,7	13.39.40	32.16,9
3.11.31	0.38,0	3.56. 3	36.29,0	13.40. 0	32.17,1
3.11.56	0.38,6	»	36 32,0	13.40.15	32.20,2
»	»	»	»	13.40.28	32.22,0

Voici les directions (lectures obtenues) pour la corde commune; les heures sont celles du chronomètre 4513 Bréguet :

Heures.	Lectures.	Heures.	Lectures.	Heures.	Lectures.
h m s	o	h m s	o	h m s	o
3.38.31	142,9?	4. 8.51	144,4	6.15.39	146,0
3.38.52	144,1	4. 9.22	144,5	6.16. 2	146,2
3.44.56	144,3	4.22.24	144,4	6,16.23	146,1
3.45.20	144,3	4.22.57	144,8	6.16.55	146,3
3.45.57	144,4	4.31.17	144,9	6.17.19	146,1
»	»	4.31.53	144,8	»	»

Mesure de la longueur de la corde commune. — Ces longueurs ont été mesurées, lunette entraînée, en maintenant un fil fixe sur l'une des cornes et pointant l'autre avec un fil mobile. La coïncidence des fils correspondait à la lecture $37^t 4^p,6$. A cause du désaccord entre les deux tambours du micromètre, certaines de ces lectures peuvent être affectées d'erreurs de tour. Voici ces lectures :

Temps de 4513 Br.	Lectures du fil mobile.	Temps de 4513 Br.	Lectures du fil mobile.
h m s	t p	h m s	t p
3.39.53	29.50,0	3.41.36	27.43,1
3.40.12	28.24,4	3.42. 7	26. 1,5
3.40.38	28.46,3?	3.42.52	25,11,6

Phénomènes divers. — J'avais prié M. G. Eysséric de se placer sur une terrasse, au point le plus élevé du fort de Cormeilles, pour surveiller l'appa-

rition des ombres volantes, pour chercher à voir passer l'ombre de l'éclipse, etc.

Quoique le sol blanc de la terrasse fût favorable à l'observation des ombres volantes, il n'a pu les apercevoir, ni avant, ni après la phase centrale. Il est à noter que lors de l'éclipse totale du Soleil du 29-30 août 1905, M. G. Eysséric avait non seulement vu ces ombres, mais les avait dessinées (voir *Annales du Bureau des Longitudes*, t. VIII, p. A. 26). Cette absence d'ombres volantes paraît avoir été générale aux environs de Paris, et doit être rapprochée du grand calme qui régnait au moment de la plus grande phase, comme d'ailleurs pendant le reste de l'éclipse.

Au moment de la phase centrale, il a cru apercevoir au Nord-Ouest une ombre très incertaine, masquée par la brume, et qui se serait propagée du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est, faisant un angle assez prononcé avec le chemin présumé de l'ombre de l'éclipse.

Les petits oiseaux n'ont manifesté aucun trouble, mais avant le 2e contact des ramiers ont passé rapidement en vols très serrés.

M. G. Eysséric n'a observé aucun souffle de vent pendant la plus grande phase ; mais, quelque temps avant, M. P. Heitz, à la batterie des Cotillons, a signalé une notable agitation d'air que j'ai observée aussi.

Un hygromètre enregistreur à cheveu et des thermomètres (1) avaient été installés sous un abri provisoire placé en F.

Les thermomètres placés sous l'abri ont monté de 1°,9 entre 10^h40^m et 11^h35^m, la température étant, à cette dernière heure, de 13°,6. Cette température a ensuite diminué pour atteindre son minimum à 12^h18^m : le thermomètre marquait alors 11°,3 ; l'abaissement a donc été, sous l'abri, de 2°,3. A partir de ce moment il y a relèvement jusqu'à 13^h11^m, moment où les observations ont cessé; le thermomètre était alors à 13°,6.

La courbe de l'hygromètre a baissé normalement jusqu'à 11^h25^m, puis a monté, d'abord lentement, jusqu'au moment du maximum de l'éclipse, et continué à monter plus rapidement jusqu'à 12^h40^m; ensuite elle est descendue plus rapidement qu'avant l'éclipse, jusqu'à 13^h15^m, moment où l'on a interrompu les observations. L'écart extrême est de $\frac{3}{100}$ de l'état hygrométrique.

(1) Ces instruments appartiennent à M. Stefanik, et ont été lus par M. E. Salles.

ASTRONOMIE. — *L'observation de l'éclipse du 17 avril par les astronomes de l'Observatoire de Paris et quelques autres.* Note de M. **B. Baillaud.**

L'observation de l'éclipse a été favorisée par les conditions météorologiques autant qu'on pût le souhaiter. La ligne de centralité passant très près de Paris, l'Observatoire put établir six stations dans le voisinage de cette ligne.

Topographiquement ces stations étaient groupées par trois. L'un des groupes comprenait :

a. Une station à la batterie de Cotillons près du fort de Cormeilles, où M. Bigourdan, notre confrère, assisté de M. Paloque, stagiaire, avait installé un équatorial de 6 pouces. Au même endroit, M. Nordmann a établi son photomètre hétérochrome adapté à une lunette solaire spéciale; M. Nordmann fut assisté par M. Coniel, calculateur à l'Observatoire, et par plusieurs officiers et soldats;

b. Une station dans la cour de l'école primaire de garçons d'Herblay, où M. Blondel, aide-astronome à Toulouse, en congé, assisté de M. Pourteau, de l'Observatoire de Paris, a organisé un instrument au moyen d'un ancien support équatorial et d'une lunette photographique de $1^{m},20$ de foyer;

c. Une station à Franconville, à 3^{km} du fort de Cormeilles, dans une propriété appartenant à M. Ardin, où se tenait M. Mascart, pourvu d'un objectif Hermagis de $0^{m},16$ d'ouverture et $0^{m},80$ de foyer, mis à notre disposition par M. Andoyer, professeur d'astronomie à la Faculté des Sciences. Cet objectif était adapté à une chambre d'agrandissement direct; l'instrument avait été utilisé par M. Andoyer en 1905.

Au fort de Cormeilles, mais à 1600^{m} au nord-ouest du poste de M. Bigourdan, M. Lagarde, astronome-adjoint, a observé à l'œil nu protégé par un verre noirci.

Le second groupe, situé à environ 24^{km} du premier, comprenait aussi trois stations. A l'une d'elles, située dans le jardin de l'école de la commune dite *les Clayes*, M. Boquet, assisté de M. Holub, ancien stagiaire étranger, venu de Prague pour voir l'éclipse, employa une lunette de Cauche, à monture azimutale ayant $15^{cm},5$ d'ouverture, diaphragme à 7^{cm}.

A 5^{km} environ vers le Nord, M. Lancelin, assisté de M. E. Simon, avait installé dans le parc de l'École d'Agriculture de Grignon un ancien équatorial de Dollond de $0^{m},10$ d'ouverture ayant appartenu à l'Observatoire de Toulouse, et actuellement déposé au Musée de l'Observatoire de Paris. On y avait adapté un micromètre à fils et un cercle de position.

Plus près des Clayes, à 2^{km} vers l'Est, M. A. Lambert, assisté de M. Drapczynski, stagiaire étranger, a employé un équatorial de Gautier de 108^{mm} d'ouverture et $1^{m},33$ de foyer appartenant à la Chaire d'Astronomie de la Faculté des Sciences et dont nous devons le prêt à l'obligeance de M. Andoyer.

Outre ces six stations, l'Observatoire en avait une septième à Elancourt, près de Triel (Seine-et-Oise), dans le jardin de M. le général Bassot; M. Simonin, assisté de

M. Boinot, y avait transporté et installé un équatorial de $0^m,22$ d'ouverture, diaphragmé à $0^m,10$ et $3^m,06$ de foyer, appartenant au Service géographique de l'Armée, et établi depuis longtemps à l'Observatoire du Parc Saint-Maur. Cet instrument était muni d'un micromètre à deux vis parallèles et d'une horlogerie. La station d'Ecancourt était à peu près symétrique de l'Observatoire de Paris par rapport à la ligne de centralité.

M. Puiseux, avec une jumelle de campagne, s'était rendu sur le pont qui traverse le chemin de fer de Grande-Ceinture, à 100^m au sud de la station de Saint-Nom-la-Bretèche (forêt de Marly).

M. Salet s'était rendu dans la région centrale du Portugal, non loin de l'Atlantique, près de la baie d'Aveiro. Il s'était muni d'instruments appropriés aux recherches photographiques et spectroscopiques.

A l'Observatoire même, des observations visuelles ont été faites : à l'équatorial de l'Est, diaphragmé à $0^m,12$ par M. Giacobini, assisté de M. Solomos, stagiaire étranger; à l'équatorial de l'Ouest, par M. J. Chatelu, assisté de M. A. Chatelu ; dans les coupoles de ces équatoriaux par M. Bratu, stagiaire étranger à une lunette de $0^m,08$ d'ouverture, par M. Solomos au chercheur de l'équatorial de l'Est, de $0^m,12$, et par M. A. Chatelu au chercheur de l'équatorial de l'Ouest, diaphragmé à $0^m,06$; sur la Terrasse, au télescope Foucault par M. Viennet, à un petit télescope Foucault et au grand cercle méridien par Mme Chandon.

Enfin, encore à l'Observatoire, MM. Hamy et Millochau avaient organisé des observations physiques au grand équatorial coudé et à la table équatoriale montée sous la coupole de l'ancien équatorial de Gambey. MM. Puiseux et Le Morvan avaient organisé sur l'équatorial photographique double de la Faculté des Sciences dont l'objectif avait été réduit à $0^m,12$, actuellement installé à l'Observatoire, un dispositif pour l'obtention de photographies, tant au point de vue géométrique que photométrique.

A l'équatorial photographique de la Carte du Ciel, MM. J. Baillaud et Maneng avaient préparé des plaques spéciales, don gracieux de la Maison Lumière, portant un réseau imprimé.

M. Jules Baillaud, pour une recherche suggérée par M. le comte de la Baume Pluvinel, a utilisé un spectrophotomètre photographique spécial combiné par lui au cours d'une recherche sur les grandeurs des étoiles de la Carte du Ciel.

MM. Demetresco et Croze, stagiaires, ont utilisé le sidérostat et la lunette photographique de 10^m de distance focale et $0^m,21$ d'ouverture construite pour le Bureau des Longitudes en 1905. Leur but était, d'une part, d'obtenir des clichés de position et, d'autre part, de résoudre une question photométrique suivant la méthode indiquée par M. Ch. Fabry (*Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 272).

L'heure a été envoyée à diverses reprises par les soins de Mme Chandon, par radiotélégraphie, suivant un plan indiqué d'avance. Des appareils récepteurs avaient été installés, grâce à l'obligeance de M. le commandant Ferrié, ou se trouvaient déjà à Ecancourt, à Cormeilles, à Grignon, au Val Joyeux.

Il serait difficile de donner, dans les limites imposées aux *Comptes rendus*, des renseignements un peu complets sur les résultats obtenus.

Deux résultats sont incontestables : l'éclipse n'a pas été tout à fait totale en Europe. A la gare de Orry-la-Ville, notre confrère M. Bouty et d'autres personnes ont vu de la façon la plus nette une éclipse annulaire bien centrée, la Lune paraissant entourée d'un cercle continu, avec des points brillants. En Portugal, M. Salet écrit que l'éclipse a été *presque annulaire* et que les renseignements des observateurs échelonnés semblent *montrer qu'il est toujours resté quelques grains de Baily autour de la Lune*. La couronne n'a été vue par personne à Ovar. Elle a été entrevue pendant une fraction de seconde par MM. Slates et Worthington à $1^{km},5$ plus au Nord; la ligne de la *Connaissance des Temps* était donc sensiblement trop au Sud.

Le second résultat est celui qu'indique M. Salet : La ligne de centralité était vers le milieu de l'intervalle entre la ligne de la *Connaissance des Temps* et celle de l'*Éphéméride américaine*.

Voici en temps légal le Tableau des heures des contacts obtenus dans les diverses stations de l'Observatoire de Paris :

		1.	2.	3.	4.
		h m s	h m s	h m s	h m s
MM. Bigourdan .	Cormeilles	10.48.50,6	12.10.14,0	12.10.18,0	13.32.21,2
Boquet	Les Clayes	10.57.45		12.19.10	13.40.47
Lancelin...	Grignon	10.48.26,1	12. 9.47,1	12. 9.54,3	13.31.17,1
Lambert...	Val-Joyeux		12.10. 7		13.31.56
Simonin ...	Ecancourt				13.32. 1
Giacobini ..	Obs. Paris	10.48.52,1			13.32.27,9
J. Chatelu .	»	10.48.45			13.32.26
Bratu......	»	10.48.52,6			13.32. 9,9
A. Chatelu.	»	10.48.53			13.32.29
Viennet....	»	10.49.10			13.32.24
Mme Chandon...	»				13.32.31
MM. Le Morvan.	»	10.48.46			13.32.28
Maneng....	»				13.32.31

Notre confrère M. Bigourdan a assuré la comparaison du chronomètre de Cormeilles aux garde-temps de MM. Mascart et Blondel. M. Boquet a comparé téléphoniquement son chronomètre à celui du Val-Joyeux.

M. Lagarde, au point où il s'était placé, a noté une éclipse annulaire nettement décentrée, le centre de la Lune étant au sud-est du centre du Soleil.

MM. Bigourdan, Lancelin, Lambert, Simonin, ont fait un grand nombre de mesures visuelles des longueurs et directions des cordes du croissant; M. Giacobini, par trois procédés, a trouvé 14",72 pour la longueur de la flèche notée DC par M. Bigourdan dans les *Comptes rendus* du 1er avril.

M. Blondel a obtenu 90 images destinées à la mesure des cordes; M. Mascart, 29; M. Millochau, 6 à grande échelle; M. le Morvan, 21; M. Maneng, 150; MM. Demetresco et Croze, 17. La mesure de ces clichés prendra beaucoup de temps : elle fera certainement connaître les éléments de l'éclipse avec grande précision.

M. Nordmann a fait 212 pointés, tant en lumière blanche que dans les diverses régions monochromatiques du spectre dont il a lieu de penser qu'une fois calculées et réduites elles donneront des résultats intéressants. M. Blondel, au moment de la totalité, a fait trois poses dont deux à peu près équidistantes de la phase maximum. La seconde montre le disque se compléter au delà du croissant lumineux et montre un petit étranglement du croissant voisin de son extrémité sud-est. M. Mascart a, pour la phase maximum, 12 épreuves de 43^{mm} offrant des grains de Baily. M. Salet n'a pas vu la couronne, que son instrument lui avait montrée nettement en 1905; le spectre éclair a été faible : il n'a donné que 12 à 15 croissants, tandis qu'en 1905 il en avait bien davantage; la même chose est arrivée à d'autres observateurs. M. Giacobini vit très nettement les grains de Baily formant un chapelet de points brillants qui, 3 ou 4 secondes après la plus grande phase, se mirent à tourner sur le cercle lunaire, effectuant une rotation de 180° en 8 ou 10 secondes. Mme Chandon, au moment de la plus grande phase, vit pendant quelques secondes le croissant solaire passer de la teinte rose jaunâtre au bleu verdâtre et la partie voisine de la Lune s'éclairer davantage.

M. Millochau a obtenu au grand spectroscope du coudé des clichés contenant de très nombreuses raies brillantes et à un autre appareil des clichés contenant des demi-arcs chromosphériques; une tentative faite pour photographier la raie coronale λ 530 au voisinage de la totalité n'a pas abouti. M. Puiseux estime que pendant 2 secondes le cercle lumineux autour de la Lune a été complet, sauf des interruptions locales plus importantes au Sud qu'au Nord; il en conclut que la station où il se trouvait était légèrement au nord de la véritable ligne centrale. Plusieurs clichés de M. Le Morvan montrent très bien la dégradation de la lumière du centre au bord du Soleil et aussi, quoique d'une façon moins visible, une recrudescence à l'approche de la Lune. Ces clichés pourront servir à une étude photométrique; toutes les plaques avaient été préservées du halo par un enduit spécial qui paraît avoir été efficace. M. Jules Baillaud a obtenu 25 clichés à son spectrophotomètre spécial en vue de vérifier s'il est vrai que pendant les éclipses les objets prennent une teinte cuivrée différente de celle qu'on a l'habitude

d'observer au lever ou au coucher du Soleil. Il n'a pu encore étudier ces clichés sur lesquels il est nécessaire d'imprimer préalablement un spectre de comparaison.

MM. Demetresco et Croze ont obtenu quatre clichés suivant la méthode de M. Ch. Fabry, en vue de décider s'il y a recrudescence d'éclat sur le disque du Soleil au voisinage du bord de la Lune. Ces clichés semblent montrer que cette recrudescence, bien que souvent signalée, n'est pas réelle. Au moment de la plus grande phase, les mêmes observateurs ont tenté d'obtenir des photographies des protubérances et de la couronne avec des poses de 7^s, 5^s et $0^s,2$. Ils ont sur trois de ces clichés l'image des protubérances roses qu'ils avaient pu distinguer sur le verre dépoli placé au foyer de la lunette. L'une de ces protubérances s'étend sur une longueur égale à un seizième de diamètre solaire et se voit même du côté du croissant encore découvert. On aperçoit aussi le commencement de la couronne intérieure.

J'ajouterai à cette communication des renseignements reçus du dehors.

M. Esclangon m'écrit qu'il a observé l'éclipse avec M. Stephan au château de Talmont (Vendée). Il a observé le premier contact à $10^h 39^m 54^s$, le dernier à $13^h 25^m 13^s$. Il a trouvé que l'éclipse n'était ni annulaire ni totale. A l'instant du maximum le disque de la Lune s'est montré entouré tout entier d'un véritable chapelet de grains de Baily pas très serrés, la propagation de ces grains de Baily ayant paru se faire presque instantanément, dans le sens des aiguilles d'une montre. M. Esclangon en conclut qu'il a dû se trouver un peu au nord de la ligne de totalité, mais extrêmement peu. Un commandant du Génie, à 4^{km} plus au Nord, n'a pas vu l'éclipse centrale.

M. Jonckheere, à l'observatoire de Hem, a observé le premier contact à $10^h 52^m 45^s,75$; le dernier à $13^h 34^m 14^s,75$.

M. A. Cotton, bien connu de l'Académie, avec MM. P. Sève, E. Bloch et ses élèves physiciens de l'École Normale, a observé l'éclipse du plateau situé au nord-ouest de la ligne de Rambouillet, à 200^m au sud-est de la Ferme Châtillon, entre les deux lignes de la *Connaissance des Temps* et du Bureau des Longitudes. Les observateurs, disposant de deux lunettes de 53^{mm} d'ouverture de foyers inégaux, opéraient par projection sur des écrans. Dès qu'ils eurent vu le croissant se diviser en fragments brillants, MM. Cotton et Sève observèrent les images spectrales du Soleil au moyen de copies, par moulage, d'un réseau de Rowland placées près de l'œil, l'autre main tenant

un écran noir sur lequel se projetaient les images spectrales; tous deux orientèrent les traits des réseaux de façon que les spectres fussent étalés suivant une droite contenue sur le quadrant inférieur de droite. Chacun d'eux a vu aussitôt nettement, au-dessus de ces spectres, dans l'image de la partie du bord comprenant le pôle nord du Soleil, plusieurs arcs colorés monochromatiques d'au moins 60 degrés d'angle au centre avec leur convexité vers le haut. M. Cotton a observé notamment l'arc rouge (raie C), M. Sève l'arc vert bleu. Ces arcs offraient bien les caractères de la chromosphère, dont une partie devait en effet être visible. M. Carimey, professeur au lycée Saint-Louis, à 500^{m} au nord d'Épernon, a vu nettement, au nombre de trois au moins (dont un jaune), des arcs analogues traversant nettement la bande striée formée par les spectres continus. Ces arcs dépassaient la demicirconférence.

M. Cotton avait appliqué en 1900 le même dispositif à l'éclipse du 28 mai, partielle dans les Pyrénées-Orientales; il avait vu alors seulement les raies noires de Fraunhofer. Quand l'éclipse est totale, comme celle du 30 août 1905 en Espagne, on voit des images monochromatiques de la couronne (raie verte du coronium), des protubérances, etc. (observations faites à Burgos par MM. Carimey et Raveau).

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Aperçu sur l'emploi possible de l'énergie d'accélération dans les équations de l'électrodynamique.* Note de M. **Paul Appell**.

1. Dans un Volume de la collection *Scientia* publié en 1902 sous le titre *L'électricité déduite de l'expérience et ramenée au principe des travaux virtuels*, M. Carvallo étudie, d'après la théorie de Maxwell, l'application des équations de Lagrange aux phénomènes électrodynamiques [1]. Il fait remarquer (*loc. cit.*, p. 82), à propos de la roue de Barlow, que ces équations ne sont pas toujours applicables aux phénomènes électrodynamiques, notamment dans le cas des conducteurs à deux ou à trois dimensions. Il explique (p. 81) cette insuffisance des équations de Lagrange, en remarquant que les trois paramètres θ, q_1, q_2, dont les variations arbitraires infiniment petites définissent le déplacement le plus général du système,

[1] Voyez également un Ouvrage de M. Carvallo intitulé *Leçons d'Électricité*. Béranger, éditeur; 1904.

dans l'expérience de la roue de Barlow, ne sont pas de véritables coordonnées, et que ce système se comporte d'une façon analogue au cerceau, auquel, comme il est connu par une remarque de Ferrers (*Quarterly Journal of Mathematics*, 1871-1873), les équations de Lagrange ne s'appliquent pas. En d'autres termes, d'après la terminologie de Hertz, le système n'est pas *holonome*.

2. Dans ces conditions, si l'on peut espérer rattacher les équations de l'électrodynamique à celles de la mécanique analytique, il faut chercher à les rattacher à une forme générale d'équations, applicable à tous les systèmes, qu'ils soient holonomes ou non.

Pour former de pareilles équations, on peut, ainsi que je l'ai montré dans les *Comptes rendus* (séance du 7 août 1899), procéder comme il suit [1]. Imaginons un système matériel dont le déplacement virtuel, compatible avec les liaisons au temps t, soit défini par les variations arbitraires δq_1, δq_2, ..., δq_k des paramètres q_1, q_2, ..., q_k. Pour ce déplacement, la somme des travaux élémentaires des forces données F est

$$Q_1 \delta q_1 + Q_2 \delta q_2 + \ldots + Q_k \delta q_k.$$

Soit, d'autre part, l'énergie d'accélération

$$S = \frac{1}{2} \Sigma m J^2, \tag{1}$$

égale à la demi-somme des produits obtenus en multipliant la masse m de chaque point par le carré de son accélération J. Cette expression S est une fonction du second degré des dérivées secondes q''_1, q''_2, ..., q''_k des paramètres q_1, q_2, ..., q_k par rapport au temps. Les équations du mouvement sont alors

$$\frac{\partial S}{\partial q''_\nu} = Q_\nu \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, k); \tag{2}$$

elles expriment que, à chaque instant t, les accélérations rendent minimum la fonction

$$R = S - \Sigma FJ \cos \widehat{FJ}. \tag{3}$$

Telle est la forme d'équations qu'il faudrait pouvoir étendre aux phénomènes électrodynamiques dépendant d'un nombre fini de paramètres. La

(1) Voyez aussi mon *Traité de Mécanique rationnelle*, t. II, Chap. XXIV, § 6.

difficulté sera évidemment de calculer cette énergie d'accélération S. A un point de vue purement formel, on peut calculer la fonction S pour tous les phénomènes auxquels les équations de Lagrange s'appliquent; car on a alors, en appelant T l'énergie de vitesse ou énergie cinétique,

$$\frac{\partial S}{\partial q''_\nu} = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_\nu}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_\nu} \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, k),$$

équations qui donnent S, à un terme près indépendant des q''. Mais quand les équations de Lagrange ne s'appliquent pas, la première condition pour que les équations (2) puissent rendre compte du phénomène est que, les équations du mouvement étant mises sous la forme

$$f_\nu(q''_1, q''_2, \ldots, q''_k) = Q_\nu \qquad (\nu = 1, 2, \ldots, k),$$

les f_ν soient les dérivées partielles d'une même fonction S par rapport aux q''_ν.

3. Par exemple, pour la roue de Barlow, en employant les notations de M. Carvallo (*loc. cit.*, p. 78-80), les paramètres sont θ, q_1, q_2, les seconds membres Q_ν des équations sont Q, $E_1 - r_1 q'_1$, $E_2 - r_2 q'_2$; les équations elles-mêmes sont

$$\begin{aligned} I\theta'' - K q'_1 q'_2 &= Q, \\ L_1 q''_1 + K\theta' q'_2 &= E_1 - r_1 q'_1, \\ L_2 q''_2 \qquad &= E_2 - r_2 q'_2. \end{aligned}$$

Or les premiers membres sont les dérivées partielles, par rapport à θ'', q''_1 et q''_2, de la fonction

$$(4) \qquad S = \frac{1}{2}[I\theta''^2 + L_1 q''^2_1 + L_2 q''^2_2 + 2K q'_2(\theta' q''_1 - \theta'' q'_1) + \ldots],$$

le terme non écrit ne contenant pas de dérivées secondes. Les équations du mouvement sont donc bien de la forme (2). Elles expriment que les accélérations, à chaque instant, rendent minimum la fonction

$$R = S - Q\theta'' - (E_1 - r_1 q'_1) q''_1 - (E_2 - r_2 q'_2) q''_2.$$

La fonction S, donnée par l'équation (4), devrait alors, par analogie, être regardée comme l'énergie d'accélération du système. Mais le point vraiment important serait de savoir si cette fonction S, ainsi formée analytiquement, peut être obtenue directement par des considérations physiques qui la rattachent à la formule de définition (1).

4. Comme exemple du cas d'un nombre infini de paramètres, je montrerai dans le Volume qui sera prochainement publié en Italie, en l'honneur de Lagrange, comment on peut déduire les équations générales de l'hydrodynamique du principe du minimum de la fonction R, définie par l'équation (3).

J'ai indiqué récemment (*Comptes rendus*, séance du 8 mai 1911; *Rendi Conti del Circolo matematico di Palermo*, t, XXXII, séance du 14 mai 1911, et t. XXXIII, séance du 25 février 1912) comment ce même principe peut s'appliquer au mouvement de systèmes assujettis à des liaisons non linéaires par rapport aux vitesses. Cette question a été approfondie d'une façon très générale et très complète par M. Delassus, dans diverses Notes insérées aux *Comptes rendus* [1].

MINÉRALOGIE. — *Les niobotantalotitanates uranifères (radioactifs) des pegmatites de Madagascar; leur association fréquente à des minéraux bismuthifères*. Note de M. **A. Lacroix**.

Au cours de mon voyage à Madagascar, je me suis attaché à l'étude des minéraux uranifères, dont j'ai signalé antérieurement l'existence dans la Grande île [2]. J'ai été conduit ainsi à préciser les conditions de leur gisement et à en trouver d'autres. La présente Note [3] a pour but de donner une description préliminaire de quelques espèces nouvelles.

Je ferai remarquer tout d'abord qu'en outre des gisements dans lesquels ces minéraux se trouvent avec une certaine abondance et en gros cristaux, — je ne m'occuperai que de ceux-là, — il en existe un bien plus grand nombre, dans lesquels ces mêmes minéraux existent en petite quantité et parfois même à l'état microscopique, de telle sorte que la présence

---

(1) E. Delassus, *Sur la réalisation matérielle des liaisons* (*Comptes rendus*, t. 152, p. 1739-1743, séance du 19 juin 1911); *Sur les liaisons non linéaires* (*Ibid.*, t. 153, p. 626-628, séance du 2 octobre 1911); *Sur les liaisons non linéaires et les mouvements étudiés par M. Appell* (*Ibid.*, t. 153, p. 707-710, séance du 16 octobre 1911); *Sur les liaisons d'ordre quelconque des systèmes matériels* (*Ibid.*, t. 154, p. 964-967, séance du 15 avril 1912).

(2) *Comptes rendus*, t. 152, 1911 p. 559, et *Bull. Soc. franc. Minér.*, 1908-1912.

(3) Je tiens à remercier MM. Boissier, Rosamoël, Sounier, Troccon et surtout M. Florens qui ont facilité mes recherches sur le terrain, ou m'ont communiqué des échantillons.

de ces substances uranifères constitue l'une des caractéristiques minéralogiques des pegmatites du centre de Madagascar; j'espère que leur description facilitera la découverte de gisements nouveaux.

On s'explique dès lors la concentration de l'urane sous forme d'autunite dans les environs d'Antsirabé, dans ce curieux gisement sédimentaire de Vinanikarena, sur lequel j'ai appelé l'attention l'an dernier et qui se trouve dans un ancien bassin lacustre alimenté par les eaux descendant des montagnes où abondent les filons de pegmatite.

Si l'on excepte l'autunite, qui est toujours un produit secondaire, aussi bien dans les sédiments tourbeux de Vinanikarena que dans les pegmatites elles-mêmes, l'urane se rencontre exclusivement à l'état primaire dans les pegmatites de Madagascar sous forme de niobotantalates. Les affleurements des filons de pegmatite sont généralement kaolinisés ou recouverts de terre rouge d'origine éluviale, aussi ces minéraux s'y trouvent-ils isolés de toute gangue et très rarement à l'état intact. Originellement anhydres, ils ont fixé une quantité d'eau, généralement assez considérable et cette hydratation secondaire non seulement a modifié certaines de leurs propriétés physiques, telles que leur couleur, leur dureté, leur cohésion, mais encore a entraîné une propriété que ne possèdent pas à l'état normal les minéraux de ce groupe, très réfractaires à l'action des acides; la plupart d'entre eux sont attaqués avec une grande facilité par l'acide chlorhydrique.

Il est possible de distinguer deux groupes parmi ces minéraux, l'un comprend des espèces orthorhombiques (*euxénite* et plus rarement *samarskite*, etc.), l'autre, des minéraux cubiques, qui constituent véritablement les types caractéristiques de ces gisements malgaches.

Ces minéraux cubiques possèdent un air de famille frappant, tous cristallisent en octaèdres réguliers; leur couleur originelle est le brun verdâtre foncé, mais par hydratation, leur teinte devient de plus en plus claire et finit par atteindre le jaune vif; ils sont alors extrêmement fragiles. Ils sont transparents en lames minces, jaunes et monoréfringents. Leur réfringence est très élevée, aussi possèdent-ils un éclat gras extrêmement vif, qui apparaît sur leur cassure conchoïde; il n'existe pas de clivages. Tous ces minéraux renferment beaucoup d'acide niobique (et parfois d'acide tantalique), avec une proportion moindre, mais toujours élevée d'acide titanique.

Ces diverses caractéristiques les rapprochent du pyrochlore, mais ils en diffèrent par leur pauvreté en chaux (celle-ci peut même manquer complètement) et en terres rares (thorine, terres cériques et yttriques), par l'ab-

sence des alcalis et du fluor et enfin par une grande richesse en urane, qui explique leur radioactivité toujours extrêmement nette. Peut-être ne faut-il pas attribuer une très grande importance à l'absence des alcalis et du fluor, qui pourrait être une conséquence de l'altération mise en évidence par la variabilité de la teneur en eau, dont la proportion peut atteindre 15 pour 100, mais, même en admettant que ces minéraux aient renfermé des fluorures alcalins, leur identification avec le pyrochlore ne serait pas possible; j'ai rapproché ceux que je connaissais l'an dernier de la hatchéttolite de la Caroline du Nord, mais celle-ci ne paraît renfermer qu'accidentellement de l'acide titanique; elle est plus riche en outre en acides rares et en chaux; par suite, les minéraux malgaches ne doivent pas être confondus avec elle.

Il me paraît donc légitime de les considérer comme formant un groupe distinct, mais voisin de celui du pyrochlore. Parmi les espèces connues, la seule qui puisse leur être comparée est celle que Lindström a appelée *blomstrandite* (¹), mais comme celle-ci n'a été trouvée (à Nohl, en Suède) qu'en masses dépourvues de formes cristallines, elle a été reléguée par M. Edw. Dana en Appendice aux niobates et tantalates, sans essai d'interprétation et M. Groth l'a fait figurer dans son Appendice, consacré aux minéraux imparfaitement connus en émettant seulement l'hypothèse qu' « elle provient probablement de la décomposition d'un corps analogue à l'euxénite », hypothèse peu vraisemblable puisque l'analyse de Lindström n'indique pas d'yttria.

Je me contenterai aujourd'hui d'indiquer les caractères généraux de ces minéraux et les analyses faites par M. Pisani sur les trois types qu'il me paraît nécessaire de considérer comme des espèces distinctes. Je compare le premier à la *blomstrandite* de Suède, et je propose d'appeler les deux autres *betafite* et *samiresite*, du nom des localités d'où ou près desquelles ils proviennent.

a. Blomstrandite de Tongafeno; *b*, *betafite* d'Ambolotora; *c*, *samiresite* de Samiresy.

(¹) Il ne faut pas confondre ce minéral avec la *blomstrandine*, décrite plus récemment par M. Brögger, elle possède une composition voisine de celle de l'euxénite; elle est orthorhombique.

	a.	b.	c.
Nb^2O^5	23,30	34,80	45,80
Ta^2O^5	28,50	tr.	3,70
TiO^2	10,87	18,30	6,70
SnO^2	0,30	0,30	0,10
ThO^2	»	1,30	»
UO^2	18,10	26,60 (U^2O^3)	21,20
Bi^2O^3	0,40	»	»
Al^2O^3	»	2,10	0,74
Fe^2O^3	»	2,87	»
FeO	1,35	»	1,06
(Ce, La, Di)^{2}O^3	2,50	0,60	0,20
(Y, Er)^{2}O^3	0,30	0,90	»
MnO	0,50	»	»
MgO	0,20	0,40	»
CaO	4,00	3,45	»
PbO	»	»	7,35
K^2O	»	»	0,30
P. F.	9,60	7,60	12,45
	99,85	99,22	99,60

La *blomstrandite* forme dans la pegmatite à béryl bleu et tourmaline de Tongafeno des cristaux pouvant atteindre de 3^{cm} à 4^{cm}. Les faces de l'octaèdre sont généralement accompagnées de facettes b^1(110) et a^2(211); la densité est de 4,74. Le centre des cristaux est généralement d'un brun vert foncé (c'est la partie qui a été analysée), l'extérieur plus hydraté est d'un jaune plus ou moins clair.

La *betafite* est plus riche en acide titanique et moins en acide rare. L'acide tantalique est à peu près absent; aussi la densité est-elle plus faible que pour l'espèce précédente (4,17); l'échantillon que j'ai décrit antérieurement et que j'ai alors assimilé à la blomstrandite, est d'un noir verdâtre et dépourvu de formes; un autre morceau provenant du même gisement (Ambolotora, à l'ouest de Betafo) montre des rudiments de faces ne laissant pas de doutes sur sa forme cubique.

La *samiresite* constitue des octaèdres, ne dépassant que rarement 1^{cm}; les facettes b^1 et a^2 sont exceptionnelles; ce minéral, très fragile, a l'aspect de la gomme-gutte; il se distingue surtout des espèces précédentes par sa pauvreté en titane, par l'absence de la chaux et par l'existence du plomb; il provient de Samiresy près Amparafaratany.

La betafite et la samiresite sont associées à l'euxénite, qui, elle, est très riche en terres yttriques. La blomstrandite de Tongafeno est intimement

associée à de la columbite (densité 6,0), dont elle englobe fréquemment des cristaux. Tous ces minéraux sont parfois accompagnés de cristaux quadratiques, mais offrant l'apparence de rhombododécaèdres, d'un zircon hydraté comparable à la *cyrtolite*.

L'euxénite de Samiresy mérite d'être signalée d'une façon spéciale à cause de la netteté de ses cristaux $(h^1, g^1, a^{\frac{1}{2}})$, qu'il est possible d'obtenir entiers.

Je propose de désigner sous le nom d'*ampangabéite* une autre espèce nouvelle provenant des pegmatites à béryl d'Ampangabé près Miandrarivo : ce minéral se présente en gros cristaux rectangulaires allongés et accolés; ils sont dépourvus de sommets, de telle sorte qu'il n'est pas possible de savoir s'ils sont orthorhombiques ou quadratiques. La densité, variable comme celle des minéraux précédents avec l'état d'hydratation, atteint 4,29. La coloration est le brun rouge; la cassure, conchoïde ou irrégulière, possède un éclat gras extrêmement vif.

La composition chimique est la suivante :

Nb^2O^5	34,80
Ta^2O^5	8,90
TiO^2	4,90
ThO^2	2,50
UO^2	19,40
Al^2O^3	2,10
Fe^2O^3	8,60
$(Ce, La, Di)^2O^3$	0,60
$(Y, Er)^2O^3$	4,00
CaO	1,50
P. F.	12,40
	100,50

La pauvreté en titane ne permet de rattacher l'ampangabéite ni au groupe de l'aeschynite-polymigmite, ni à celui de l'euxénite-polycrase; il s'éloigne en outre du premier par la pauvreté en terres cériques et du second par sa faible teneur en terres yttriques; pour cette dernière raison, on ne peut le rapprocher ni de l'yttrotantalite, ni de la samarskite, ni enfin de la fergusonite. La substance dont il s'éloigne le moins, au point de vue chimique, est l'ânnérödite, mais celle-ci n'est pas homogène et M. Brögger, après l'avoir décrite comme espèce distincte, a montré depuis qu'elle est formée par des groupements à axes parallèles de samarskite et de columbite. Il n'est pas possible de douter de l'homogénéité du minéral d'Ampangabé; il

forme parfois des groupements à axes parallèles avec la columbite et l'on peut constater alors la netteté du contact des faces noires de celle-ci et de la masse d'un brun rouge de l'ampagabéite qui l'enveloppe.

Dans le même gisement, se rencontrent quelques gros cristaux de *monazite* et surtout d'énormes cristaux d'un minéral, dont je poursuis actuellement l'étude, mais qui, dès à présent, peut être rapproché de la *strüvérite*; ils sont remarquables par la netteté des formes quadratiques

$$\left[m(110),\ h^1(100),\ b^{\frac{1}{2}}(111)\right],$$

présentant tantôt un développement normal et tantôt l'allongement suivant une arête $b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}$ $(111)\ (1\bar{1}1)$, avec les macles pseudorhombiques suivant $a^1(101)$, si fréquentes dans l'*ilménorutile*.

Je ne ferai que signaler la radioactivité de tous les minéraux uranifères décrits plus haut, me proposant de les étudier plus complètement à ce point de vue dans un travail ultérieur.

Il me reste à signaler une particularité minéralogique intéressante des pegmatites renfermant les minéraux considérés dans cette Note; elle consiste dans l'existence de minéraux bismuthifères, constitués originellement soit par du *bismuth natif* (vallée de la Sahatany, Samiresy), soit par de la *bismuthinite* (Ampangabé).

Le bismuth natif est quelquefois intact, la bismuthinite toujours oxydée; le minéral secondaire prédominant est un carbonate basique (*bismuthite*), accompagné d'oxyde jaune verdâtre (*bismite*) ou de vanadate de bismuth en cristaux rouges (*puchérite*).

Le bismuth natif forme des individus de 3^{cm} à 4^{cm}; leur forme extérieure est difficile à préciser, mais leur large clivage basique prouve que chaque échantillon constitue un seul cristal; il en est de même pour la bismuthinite, dont les cristaux atteignent jusqu'à un décimètre de longueur, avec plusieurs centimètres de large, ils sont limités uniquement par des faces de la zone prismatique (m, h^1, g^1, etc.).

Dans les deux cas, les pseudomorphoses possèdent un clivage facile, donnant des lames très brillantes, d'un gris perle, à éclat adamantin, qui m'avaient fait penser tout d'abord à la possibilité de déterminer les propriétés optiques de la bismuthite; malheureusement ce clivage est celui du minéral transformé et le carbonate ne présente pas d'orientation par rapport à lui.

Le très grand intérêt de l'existence de ces minéraux de bismuth est dû à

leur extrême rareté comme élément normal de pegmatite, alors qu'ils se rencontrent assez souvent comme produits pneumatolitiques dans les gisements métallifères dus à des émanations des magmas granitiques.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Inversions stéréoscopiques provoquées par l'association de deux systèmes d'impressions rétiniennes en opposition, d'inégale puissance. Influence de l'impression prépotente.* Note de M. **A. Chauveau.**

J'ai été engagé dans les nouvelles études qu'inaugure la présente Note, par celles qui ont mis au jour le fait d'inhibition visuelle publié dans les Notes du 27 février et du 13 mars 1911 des *Comptes rendus* [1]. Quoique d'ordre différent, les deux sortes d'études sont reliées l'une à l'autre par une affinité commune du déterminisme final des phénomènes dont elles ont révélé l'existence. Ce sont deux articles distincts du même chapitre de la physiologie des centres percepteurs et de la théorie générale des sensations. Aussi convient-il de présenter tout d'abord, avec des précisions particulières, les conclusions essentielles de ma première étude.

Trois conditions sont nécessaires à la manifestation, dans le stéréoscope, du phénomène d'inhibition visuelle décrit dans ce travail, phénomène observé au cours de l'examen de certaines épreuves ou constructions stéréoscopiques :

1° Adjonction de quelque particularité au dessin de l'une des images conjuguées en vue de l'effet stéréoscopique à réaliser : particularité qui introduit une sorte de tare dans l'harmonieuse symétrie des deux parties du couple objet de l'observation ;

2° Existence d'une notable différence, naturelle ou provoquée, dans l'acuité visuelle des deux yeux de l'observateur ;

3° Placement de l'image rendue asymétrique devant l'œil doué du plus faible *pouvoir de distinctibilité*.

---

(1) Phénomènes d'inhibition visuelle qui peuvent accompagner la réassociation des deux images rétiniennes dissociées par les prismes du stéréoscope. Conditions et déterminisme de ces phénomènes (*Comptes rendus*, t. 152, p. 481).

Lutte des champs visuels dans le stéréoscope. L'inhibition qui en résulte, même complète, ne nuit en rien à la production des effets de relief et de profondeur liés à la réassociation des images rétiniennes (*Comptes rendus*, t. 152, p. 659).

Lorsque ces trois conditions se trouvent réunies, les détails spéciaux de l'image asymétrique, quelque visibles qu'ils soient quand on la regarde à part, tant avec un seul œil qu'avec les deux yeux, sont exposés à subir des obnubilations temporaires plus ou moins complètes et plus ou moins prolongées. Jamais ces obnubilations ne s'étendent aux effets stéréoscopiques fournis par les éléments symétriques des deux images. Si rudimentaires que soient ces éléments, si touffus ceux qui n'existent que dans une seule image, toujours ces derniers sont plus ou moins éteints par les autres.

Les impressions rétiniennes des deux champs visuels, dissociés et réassociés par le stéroscope, entrent donc en lutte dans les centres percepteurs. Celles qui, communes aux deux champs, sont provoquées par les détails symétriques adaptés à l'obtention du relief et de la profondeur, se montrent constamment les plus fortes. D'où l'effet inhibitoire qu'elles exercent sur la perception des impressions unilatérales en provenance du champ pourvu de détails additionnels.

Ainsi, l'activité des centres de perception est, pour ainsi dire, accaparée par les impressions binoculaires sources du relief et de la profondeur, parce qu'elles sont symétriques et que cette qualité les rend prédominantes, par rapport aux impressions monoculaires concomitantes sans relations nécessaires avec les éléments symétriques des impressions binoculaires.

En somme, dans le cas examiné, les sensations visuelles dues à la perception des impressions rétiniennes, dans les centres nerveux, sont déterminées par le principe de l'obéissance de ces centres à la loi du plus fort.

Les conditions très suggestives dans lesquelles ce principe se mettait de lui-même en lumière m'ont induit à rechercher s'il ne trouverait pas à s'appliquer en d'autres circonstances. Il est facile d'en imaginer bon nombre dans lesquelles des impressions rétiniennes prépotentes, au regard de certaines autres, pourraient imposer leur domination aux centres percepteurs, au détriment de ces dernières. Considérons, par exemple, le cas où les deux champs visuels superposés et réassociés dans le stéréoscope, seraient occupés par des impressions rétiniennes issues de constructions stéréoscopiques inverses, douées de la même harmonieuse symétrie. Cette symétrie parfaite les rendrait incapables d'exercer la moindre action inhibitrice les unes à l'égard des autres, au point de vue de leur perception même. Mais si l'un des systèmes d'impressions rétiniennes se trouvait plus puissant que l'autre, il exercerait nécessairement, dans les centres percepteurs, l'influence dominatrice qu'indique l'intuition logique dans l'analyse du cas

d'inhibition visuelle qui a été rappelé tout à l'heure. Comment cette influence se traduirait-elle alors? C'est ce que j'ai recherché avec autant de patience que de persévérance et aussi avec la certitude d'atteindre le résultat que le raisonnement inductif m'indiquait à l'avance : j'entends la démonstration expérimentale de l'extension sans limite, sans intercalation d'aucun fait dérogatoire, du principe de la domination des centres percepteurs par les impressions les plus fortes, à l'universalité des cas de perception des images rétiniennes en provenance de figures stéréoscopiques.

J'ai pu, en effet, m'assurer que cette domination se traduit toujours, avec des combinaisons appropriées d'images, par de très intéressantes inversions stéréoscopiques.

Il y a là un riche champ de recherches, encore inexploré, où surgissent des questions nouvelles qui s'enchaînent et ont besoin d'être sériées. Pour le moment, il convient d'écarter la plus grosse et la plus intéressante, à laquelle aboutissent toutes les autres : le déterminisme du rôle joué, par les centres percepteurs, dans le phénomène des inversions stéréoscopiques. Cette haute question psycho-physiologique pourra seulement être abordée quand les caractères du phénomène et sa cause immédiate, c'est-à-dire la prépotence d'un des deux systèmes d'impressions rétiniennes associées en opposition, auront été nettement établis.

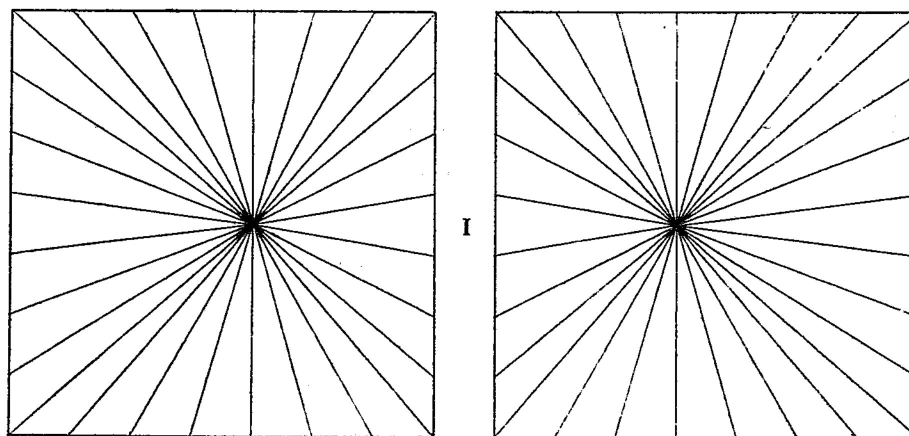
Dans l'exemple ci-devant supposé, on peut créer très aisément une cause d'inégalité de perceptibilité d'impressions rétiniennes, en utilisant la combinaison de la représentation de deux pyramides de même base et d'*inégale hauteur*, opposées base à base. L'*inégalité de hauteur* permet de faire prédominer plus ou moins, à volonté, soit l'effet de relief de la pyramide en saillie, soit l'effet de profondeur de la pyramide en creux. Les remarquables conséquences qu'entraîne cette prédominance peuvent être ainsi étudiées avec autant de sûreté que de profit. C'est ce qui va ressortir de l'exposition suivante :

Première expérience. — Les deux premières figures reproduites ici représentent isolément la projection stéréoscopique d'une pyramide en saillie, *vue par son sommet* (*fig.* 1), et d'une pyramide en creux *regardée par sa base* (*fig.* 2). Pour rendre plus saisissants les deux effets de relief et de profondeur produits, dans le stéréoscope, par ces deux constructions, on a eu soin de faire accompagner les baguettes qui en forment les angles dièdres par bon nombre de baguettes semblables, constituant un complément de charpente. Elles rayonnent symétriquement du sommet à la base, sur les faces de la pyramide, qu'elles transforment en une sorte de cage à claire-voie.

L'aspect stéréoscopique en est au même degré remarquable, mais inégalement

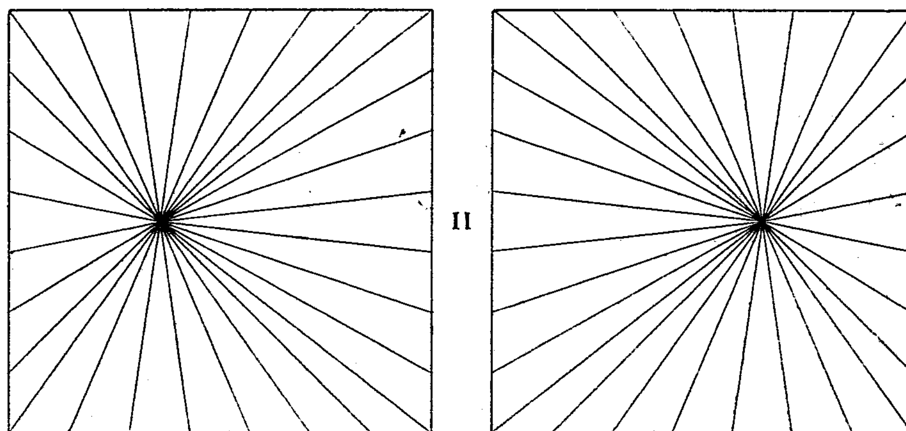
accentué. Ainsi, la pyramide en relief (*fig.* 1) apparaît, dans le stéréoscope, moins

Fig. 1.



saillante que la pyramide en creux (*fig.* 2) n'est profonde. C'est qu'on n'a pas donné

Fig. 2.



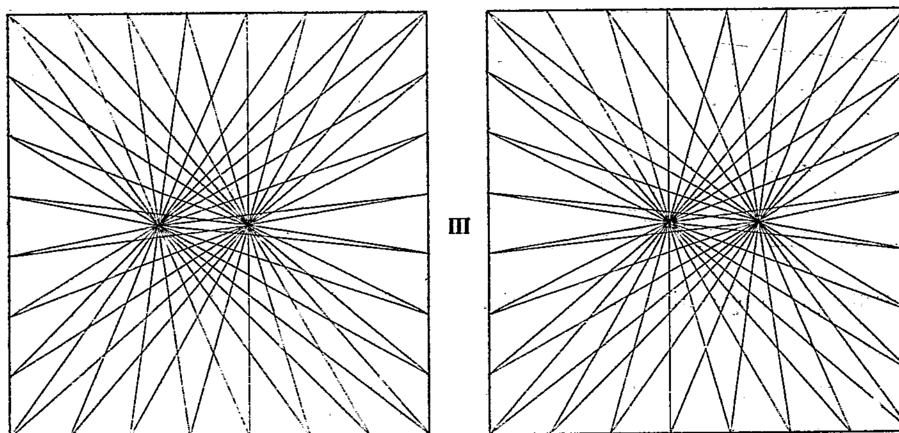
aux deux pyramides la même hauteur. Celle de la pyramide en creux est plus grande. Ce caractère se révèle, sur les figures directement regardées, par la position qu'occupe le sommet de la pyramide sur son plan de projection. Conformément aux données géométriques, sa position est plus excentrique que celle du sommet de la pyramide en saillie.

Deuxième expérience. — Que si ces deux pyramides, au lieu de rester isolées, sont associées comme il a été dit tout à l'heure, la projection stéréoscopique du polyèdre résultant de cette association ne peut donner qu'une figure (*fig.* 3) repré-

sentant exactement la superposition et la combinaison des figures 1 et 2. Sur la figure 3, le sommet de chacune des deux pyramides se rencontre donc, avec son congénère et les charpentes complémentaires de ces deux pyramides, dans la double surface carrée qui en représente la base commune. C'est à proprement parler, en projection stéréoscopique, la représentation d'un nouveau polyèdre, pourvu de huit faces.

En fournira-t-elle la vraie forme à l'examen dans le stéréoscope? L'instrument

Fig. 3.



reproduira-t-il l'objet qu'il doit faire apparaître avec son relief et sa profondeur, c'est-à-dire une cage à claire-voie formée de deux pyramides conjuguées par la base?

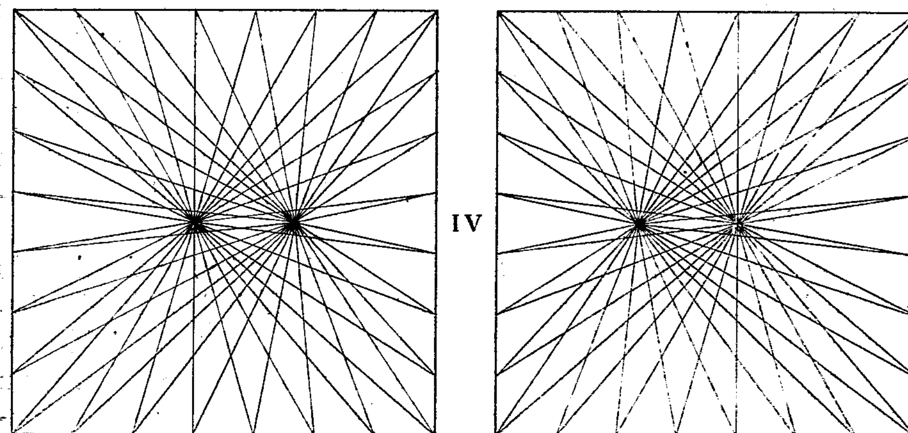
A priori, l'affirmative s'impose. Il ne saurait, semble-t-il, en être autrement. On devrait s'attendre seulement à ce que les deux moitiés de cette figuration solidienne, l'antérieure et la postérieure, atténuassent réciproquement leurs caractères contraires : l'une en donnant moins de saillie, l'autre moins de profondeur qu'à l'état isolé. Or c'est, en apparence, quelque chose de très différent qui se produit; la nouvelle figure ne provoque qu'une sensation stéréoscopique unique, celle du creux. Les deux systèmes combinés se comportent comme s'ils étaient de même ordre, c'est-à-dire contitués l'un et l'autre par les lignes de la projection géométrique creuse, couchée horizontalement et regardée par sa base. La vigoureuse netteté de cette inversion, peu attendue, de l'effet de la pyramide en saillie, est tout à fait saisissante.

Ainsi, l'impression rétinienne formée par la partie saillante du nouveau polyèdre a été radicalement invertie, dans sa perception, sous l'influence de l'impression prépondérante que la partie fuyante a exercée sur la rétine.

Troisième expérience. — Si cette simple prépondérance d'impression a changé une sensation attendue de relief en sensation de profondeur, il doit suffire de faire passer la supériorité à la *saillie*, pour lui communiquer la même influence inversive à l'égard du *creux*. Or ce changement a été réalisé dans la figure 3. C'est le sommet de la

pyramide en relief qui est le plus éloigné du point central de la base commune des deux pyramides, c'est-à-dire du plan carré sur lequel se projettent leur sommet, leurs dièdres et tous les autres détails de leur structure. Donc, le relief de cette pyramide en saillie est plus prononcé que la profondeur de la pyramide en creux. Celle-ci doit donner alors un effet stéréoscopique inverse à celui que sa figuration en projection

Fig. 4.



géométrique la rend apte à produire quand elle est isolée. C'est ce qui arrive, en effet. *Les deux systèmes fournissent l'un et l'autre la même vigoureuse sensation de saillie, comme tout à l'heure, avec la figure* 3 *la même très belle sensation de creux*.

Conclusion. — *Toutes les démonstrations de la présente série de recherches concourent à l'établissement, en stéréoscopie, du principe de la subordination des impressions rétiniennes les plus faibles aux impressions les plus fortes, en opposition dans les mêmes champs visuels. Ces dernières ont toujours le pouvoir de communiquer leurs caractères aux autres, c'est-à-dire de provoquer l'inversion des sensations que les impressions rétiniennes relativement faibles ne manquent jamais de faire naître dans les centres percepteurs, lorsqu'elles sont isolées.*

C'est la révélation de l'importance considérable du rôle que les facteurs physiologiques peuvent être appelés à jouer, à côté des facteurs purement physiques, dans la création des conditions qui réalisent les effets stéréoscopiques. La suite des démonstrations à faire sur les transformations que ces effets sont exposés à subir dans les centres percepteurs, sous l'action dominatrice des impressions les plus fortes, complétera la portée de cette révélation.

GÉOLOGIE. — *Roches et fossiles de la région de hauts plateaux entre Bou-Denib et la Mlouya (confins algéro-marocains du Sud).* Note de MM. **Pierre Termier** et **Robert Douvillé**.

Nous avons reçu de M. Quinson, ingénieur de la Compagnie Royale Asturienne, un lot très intéressant de roches et de fossiles de la région de hauts plateaux située au nord-ouest de Bou-Denib. Comme ce pays, encore très peu sûr, n'a jamais été visité par un géologue, nous croyons utile de donner ici la diagnose de ces échantillons et d'indiquer sommairement les conclusions qu'on en peut tirer, d'ores et déjà, pour la connaissance géologique de la région.

La colonne qu'a accompagnée M. Quinson a été, en février dernier, de Bou-Denib à Nzala, d'abord en remontant l'oued Guir jusqu'à Tagrirt, poussant une pointe au Nord jusqu'à Titten-Ali, puis gagnant, plus à l'Ouest, la vallée de l'oued Ziz jusqu'à Tamagoust, enfin remontant, au Nord, un affluent de l'oued Ziz. A vol d'oiseau, Nzala est à 110^{km} environ de Bou-Denib, et à 40^{km} seulement de Quasbat-el-Maghzen, sur la haute Mlouya. Toute cette contrée est constituée par un plateau élevé, au-dessus duquel se dressent des chaînons montagneux parallèles au Grand Atlas, c'est-à-dire courant de Ouest-Ouest-Sud à Est-Est-Nord. Entre ces chaînons s'étendent des plaines permettant, de l'Ouest à l'Est, des communications faciles. Du Nord au Sud, des cols commodes, ou des défilés creusés jusqu'au niveau des plaines, font communiquer celles-ci entre elles. Le Guir et le Ziz, fleuves sahariens, utilisent quelques-uns de ces défilés pour passer d'une plaine à l'autre, car ils coulent du Nord-Ouest au Sud-Est, recoupant les chaînes. Les plateaux qui forment le haut des montagnes sont en calcaires, généralement tabulaires, ou horizontaux, en tout cas peu inclinés. Ces calcaires paraissent être tous, ou presque tous, d'âge jurassique.

D'après les notes de M. Quinson, la base des montagnes, immédiatement au nord de Bou-Denib, serait formée par le Trias (argiles versicolores et gypses). Sur ce terrain viendraient ensuite les calcaires et marnes du Lias. Entre le défilé de Tazzougert et celui de Gorane, la plaine montrerait des couches gréseuses rouges, base probable de la transgression liasique. Puis on rentrerait dans des calcaires, souvent fossilifères. Les fossiles déterminables sont des *Ammonites* provenant de deux stations, A et B, la première à quelques kilomètres au nord-est d'El-Heri, la deuxième sur le chemin d'El-Heri à Tagrirt et à peu de distance de ce dernier point.

Outre ces *Ammonites* qui sont, comme on va voir, de l'Aalénien et peut-être aussi du Toarcien supérieur, l'envoi de M. Quinson comprend des *Rhynchonelles* ramassées au djebel Daït, et quelques moules peu déterminables de fossiles divers. Il y a aussi des échantillons de calcaire à Polypiers, de calcaire à Entroques, de calcaire lumachelle. Tout cela paraît appartenir au Jurassique. Un moule indéterminable d'*Ammonite*, provenant de Ksar-Sidi-Omar (Tiallalin), est contenu dans un calcaire gris, fort analogue à l'Aalénien du point B.

Entre Tagrirt et Moggert, les calcaires se relèvent et, brusquement, l'on voit affleurer, sous eux, des schistes primaires semblables à ceux de Garouban et de la région de Debdou.

Quant aux roches contenues dans l'envoi de M. Quinson, elles proviennent de deux points : l'un au défilé de Tirarimin, l'autre un peu à l'ouest de Tagrirt. Entre ces deux stations, il peut y avoir 30^{km}.

L'altitude s'élève graduellement de 850^{m}, cote de Bou-Denib, à 1800^{m} environ, cote de Nzala. La piste de Nzala à Quasbat-el-Maghzen franchit l'Atlas par un col (Tizi n' Telremt) ouvert à 2100^{m} seulement ; mais à l'ouest de ce col, l'Atlas se relève rapidement jusqu'à 3500^{m} ou même 4000^{m}.

Voici les diagnoses des fossiles et des roches.

A. — *Calcaires argileux de la base du djebel Timedjnatin.*

1. Un échantillon de *Ludwigia Murchisonæ* Sow. en limonite, mesurant 5^{cm} de diamètre. Cette forme, parfaitement conservée et montrant bien ses cloisons, rappelle presque trait pour trait la *Ludwigia Murchisonæ-bradfortensis* d'Erich Horn (*Die Harpoceraten der Murchisonæ-Schisten des Donau-Rhein-Zuges*, 1910, *Pl. XV*, *fig.* 1). Cet auteur accole ces deux noms d'espèce pour indiquer qu'il s'agit vraisemblablement d'une forme de passage. Pour nous, c'est seulement une *L. Murchisonæ* à côtes un peu plus fines que celles du type.

Cette espèce est caractéristique d'une des zones de l'Aalénien, mais nous rappelons que des formes du même groupe se rencontrent sporadiquement dès le Toarcien supérieur.

2. Une forme plus petite, de même conservation et à ornementation nettement plus fine, se rapproche tout à fait du *Ludwigia bradfortensis* Buckman figurée à un stade jeune par le même auteur (*Ibid.*, *Pl. XV*, *fig.* 4).

3. *Cœloceras* cf. *fallax* Benecke. — Un échantillon, toujours en limonite, d'environ $2^{cm},5$, presque identique à la forme figurée sous ce nom de la Verpillière par Dumortier (Lias supérieur, *Pl. LV*, *fig.* 5 et 6), mais avec des côtes primaires plus raides.

Cette forme provient manifestement de la même couche que les *Ludwigia* du groupe *Murchisonæ-bradfortensis* précédemment citées.

Les *Cœloceras* toarciens sont malheureusement encore trop mal connus pour fournir des renseignements stratigraphiques précis.

B. — *Un peu au sud de Tagrirt, dans le lit du Guir.*

1. *Dumortieria Levesquei* d'Orbigny. — Quatre moules calcaires, dont un presque entier, se rapportent à l'espèce de la Paléontologie française (Terr. Jur., *Pl. LX*) pour laquelle Hyatt a inutilement créé le genre *Ophioceras*. Forme caractéristique de la zone la plus inférieure de l'Aalénien.

2. Nous rapportons avec quelque doute au genre *Hammatoceras* deux moules calcaires correspondant à une espèce nouvelle. Les côtes, alternativement simples et bifurquées, toutes très régulièrement tuberculées près de l'ombilic, constituent une ornementation d'*Hammatoceras*. Mais, si nous comparons ces formes, très involutes, aux quelques *Hammatoceras* à large ombilic figurés (*H. insignis* in Meneghini, *Calc. rouge ammonit.*, *Pl. XII*, *fig.* 3; *H. Banarellii* Parisch et Viale, *Ammoniti del Lias supér.*, *Pl. X*, *fig.* 1 et 2; *H. procerinsigne* Vacek, *Cap S^n Vigilio*, *Pl. XIV*, *fig.* 10), nous constatons les caractères différentiels suivants :

a. Jusqu'à une dimension relativement considérable de l'ammonite (10^{cm}), les côtes sont complètement droites, sans trace d'inflexion en avant aux environs de la région siphonale ;

b. Les tubercules sont *très* rapprochés du bord de l'ombilic ;

c. Les faisceaux de côtes triples, si fréquents dans le genre *Hammatoceras*, n'existent pas, et, entre les faisceaux doubles, des côtes simples, parfaitement tuberculées à leur extrémité interne, s'intercalent régulièrement. Ce fait est particulièrement net sur les premiers tours.

Ces caractères éloignent nettement les formes de Bou-Denib de tous les *Hammatoceras* décrits ; je crois que ces différences sont spécifiques et correspondent à une race locale. D'après leur gangue, elles appartiennent vraisemblablement à la même zone à *Dumortieria Levesquei* que les précédentes.

3. *Ludwigia Haugi* H. Douvillé. — Un moule d'ammonite légèrement encroûté de limonite, d'environ 4^{cm} de diamètre. Cet échantillon correspond à l'espèce figurée en 1885 par M. Haug (*Ammonitengattung Harpoceras*, *Pl. XII*, *fig.* 9), sous le nom de *Ludw. Haugi* H. D., 1885. L'ornementation en est très caractéristique, formée de côtes minces très contournées, simples ou groupées en faisceaux à 2 ou 3 branches, et alternant sans aucune loi. La figure type de l'espèce *Ammonites Murchisonæ obtusus* Quenstedt (*Cephalopoden*, *Pl. VII*, *fig.* 12) diffère de celle donnée par M. Haug par une ornementation beaucoup plus régulière, notamment par l'absence de faisceaux triples et par la courbure beaucoup plus régulière des côtes. Erich Horn (*loc. cit.*) a précisé la diagnose et abondamment figuré la forme de Quenstedt qu'il désigne sous le nom de *Ludw. obtusa*, faisant ainsi tomber en synonymie la désignation spécifique *Haugi*. Nous ne ferons pas de même, et, comme la forme figurée en 1885 par M. Haug nous paraît différente de celles étudiées par Quenstedt et par Horn, nous la considérerons comme le vrai type de l'espèce *Haugi H. D.* 1885 *emendata*.

Cette même ornementation irrégulière s'observe aussi chez les *Dumortieria*

voisines de celle figurée par M. Haug de la Verpillière en 1884, sous le nom de *subundulatum* Branco, forme en réalité assez différente du type de l'espèce. On ne connaît du reste pas les relations des deux genres *Ludwigia* et *Dumortieria*.

Il existe des formes du groupe *Ludw. Murchisonæ obtusus*, *Ludw. Haugi*, etc., depuis la zone à *Lyt. jurense* (Toarcien supérieur). *Ludw. Haugi* indique donc seulement la présence, soit du Toarcien tout à fait supérieur, soit de l'Aalénien, zone à *concavum* exclue.

En résumé, la présence de l'Aalénien (zones à *Murchisonæ* et à *Dumortieria Levesquei*) est certaine ; la présence du Toarcien supérieur est probable.

Roches éruptives ou massives. — Il y a d'abord un *basalte* finement grenu, à structure d'anamésite. Olivine très abondante, souvent cerclée de biotite. Augite plus rare. Feldspath aux environs de 60 An. Apparence de roche volcanique récente.

Tous les autres échantillons sont des *microgabbros*, remarquables par leur haute teneur en biotite et par l'alcalinité relative de leurs feldspaths. Ce sont des formes hypoabyssiques de gabbros à tendances essexitiques. Beaucoup d'échantillons sont frais et montrent les minéraux suivants : ilménite, apatite, augite faiblement teinté de rose; biotite abondante, en grands cristaux, et aussi en petites inclusions dans l'augite; hornblende bleuâtre (ouralite), feldspath zoné allant de 20 à 60 An. (moyenne 50 An. environ), muscovite épigénisant la biotite et envahissant les feldspaths. La structure est granitoïde ou semi-ophitique. Par altération, l'ouralite devient très abondante. Chlorite et épidote dans les échantillons mal conservés.

Ces roches, qui ne ressemblent pas aux ophites algériennes, sont-elles néanmoins triasiques? Ne sont-elles pas plutôt primaires? Le *basalte*, malgré son apparence récente, n'est-il pas lié génétiquement aux *microgabbros*? Nous posons ces questions sans pouvoir y répondre.

Il faut retenir de tout cela : l'allure tabulaire de cette région de soudure de l'Atlas saharien au Grand Atlas, la prédominance des calcaires jurassiques, la présence certaine de l'Aalénien, la présence probable du Toarcien supérieur ; l'existence de quelques boutonnières montrant, sous les tables jurassiques, le substratum de schistes anciens, ou le Trias gypseux, ou des roches massives d'âge encore indéterminé.

Ces conclusions sont conformes à ce qu'on pouvait présumer d'après les belles études de M. G.-B.-M. Flamand sur la région sud-oranaise. Les faciès du Jurassique, en particulier ceux de l'Aalénien et du Toarcien supérieur, paraissent identiques dans le Sud-Oranais et dans les hauts plateaux entre Bou-Denib et la Mlouya.

M. R. Zeiller fait hommage à l'Académie d'une courte Note qu'il vient de publier *Sur quelques végétaux fossiles de la Grande Oolithe de Marquise*.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse du 17 avril 1912, à l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **Charles André**.

Ici le temps est resté beau pendant toute la durée de l'Éclipse, son observation a donc pu être faite dans de bonnes conditions. Nous nous étions d'ailleurs entraînés les jours précédents, aux mesures que nous voulions faire, à l'aide de l'*appareil à éclipses artificielles* que j'ai fait construire pour l'éclipse de 1905.

Nous nous sommes servis de quatre instruments :

Équatorial Brunner ($0^m,16$), M. Guillaume;
Équatorial Gautier (0,16), MM. Merlin et Blum;
Équatorial coudé (diaphragmé à $0^m,16$), M. Luizet;
Sidérostat ($0^m,32$), MM. Gallissot et Flajolet.

M. Luizet a observé directement; les autres observateurs l'ont fait par projection.

Voici les résultats obtenus :

HEURES DES CONTACTS, T. M. DE LYON.

	MM.	h m s
Entrée.		
Équatorial Brunner (gross. 96)	Guillaume.	23. 6.13
Équatorial Gautier (gross. 108)	Merlin.	23. 6.33
	Blum.	23. 6.24
Équatorial coudé (gross. 365)	Luizet.	23. 6.11
Sidérostat (gross. 75), verre rouge	Flajollet.	23. 6.20,4
» (gross. 75), verre vert	Gallissot.	23. 6.20,4
Observations cinématographiques		23. 6.18,5
Sortie.		
Équatorial Brunner (gross. 96)	Guillaume.	1.52.44
Équatorial Gautier (gross. 108)	Merlin.	1.52.40
	Blum.	1.52.40
Équatorial coudé (gross. 365)	Luizet.	1.52.22
Sidérostat (gross. 75), verre rouge	Flajollet.	1.52.38,9
» (gross. 75), verre vert	Gallissot.	1.52.40,9
Observations cinématographiques		1.52.34,4

Cordes communes. — A chacun de ces instruments, on a, pendant la durée de l'éclipse, effectué des mesures sur la corde commune.

A l'équatorial Gautier on a déterminé 171 valeurs de l'angle de position et à l'équatorial coudé, 71.

A l'équatorial Brunner on a mesuré à la fois les angles de positions et les longueur des cordes, on a obtenu ainsi 169 valeurs de cordes et autant d'angles de position.

Observation cinématographique. — Grâce au zèle scientifique de la Maison Lumière, qui a bien voulu non seulement nous prêter les appareils nécessaires mais aussi mettre à notre disposition son ingénieur M. Perrigot, nous avons pu utiliser notre sidérostat pour l'observation cinématographique de cette éclipse. Mais avant d'aller plus loin, je crois devoir rappeler à l'Académie le mode d'installation de cet appareil, mode sans lequel cette belle observation eût été tout au moins bien difficile.

En période de repos, la lunette ($0^m,32$) et le sidérostat réflecteur sont à l'extrémité Nord de notre grande chambre noire (133^m), dans une portion isolée formant un laboratoire de 30^m de long, lequel peut s'ouvrir au Nord sur une cour munie de rails qui permettent d'y amener, à une position fixe, le sidérostat pour l'observation; la lunette est fixée horizontalement sur des piliers en maçonnerie; au delà de son oculaire est un système permettant aisément l'installation des appareils à employer.

Ceci posé, le but que nous nous proposions était la détermination la plus exacte possible des heures de contacts, avec la mesure de la précision de l'observation, et aussi la mesure de la longueur de la flèche minimum et de l'angle de position des cornes.

L'image des deux astres étant projetée sur l'écran, on a suspendu à côté un chronomètre soigneusement comparé et l'on a photographié cet ensemble comme on aurait fait d'une scène animée quelconque.

On prenait en moyenne dix photographies par seconde; de telle sorte qu'on a obtenu environ 1500 images pour chaque contact et 3000 pour la flèche, soit en tout environ 6000 photographies portant chacune avec elle l'heure correspondante.

M. Perrigot avait bien voulu se charger de toute la partie photographique; MM. Gallissot et Flajolet veillaient à tous les détails que nécessitait le but astronomique.

Nous n'avons pu jusqu'ici nous occuper que de questions de contacts que MM. Gallissot et Flajolet ont étudié samedi soir à l'usine Lumière; le résultat numérique obtenu est le suivant :

Premier contact........	$23^h\,6^m\,18^s,5$	T.M. de Lyon.
Deuxième contact.......	$1^h\,52^m\,34^s,4$	T.M. de Lyon.

Quant à l'approximation de ces nombres, l'étude attentive des films permet d'affirmer que *ces instants de contact sont localisés à une seconde près.*

En effet, pour le premier contact par exemple, à $23^h 6^m 18^s,8$, le contact avait certainement eu lieu (échancrure nettement visible au microscope) à $22^h 6^m 17^s,5$ extrêmement douteux; à $22^h 6^m 17^s,0$, le contact n'avait certainement pas eu lieu.

Comme lors de l'éclipse de 1905, le temps observé est en avance sur le temps donné par la *Connaissance des Temps*, mais, cette fois, nous avons une valeur certaine de la correction; elle est, à *une seconde près*, de $8^s,0$ pour l'entrée et de $28^s,1$ pour la sortie.

Ondes hertziennes. — Nous avons enregistré tous les signaux de la tour Eiffel; la discussion de notre courbe d'enregistrement n'est pas encore terminée.

Phénomènes accessoires. — Le thermomètre et l'hygromètre ont accusé des variations assez intéressantes.

A $11^h 8^m$ le thermomètre commence à baisser, il atteint son minimum à $12^h 8^m$ et à $14^h 5^m$ il reprend sa marche normale. Amplitude de l'oscillation : $3°,9$.

A $12^h 2^m$ l'hygromètre commence à monter, il atteint son maximum à $12^h 8^m$ et à $14^h 4^m$ sa marche est redevenue normale.

Amplitude de l'oscillation de l'état hygrométrique $0°,10$.

Ni le baromètre ni le magnétomètre n'ont indiqué de variations.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un de ses Membres qui devra être soumis au choix de l'Institut pour faire partie du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

M. Darboux réunit la majorité des suffrages.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger vacante par le décès de Lord *Lister*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie, doit comprendre trois Membres de la Division des Sciences mathématiques et trois Membres de la Division des Sciences physiques :

MM. **Darboux**, **Émile Picard**, **Baillaud** pour les Sciences mathématiques;

MM. **Ph. van Tieghem**, **Guignard**, **Haller** pour les Sciences physiques, réunissent la majorité des suffrages.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera soumise à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la Chaire de Géologie du Collège de France, fondée par arrêté ministériel du 30 janvier 1912.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 47,

M. Cayeux obtient. . . . . 29 suffrages
M. Léon Bertrand obtient. . . . . 18 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 47,

M. Léon Bertrand réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Cayeux**
En seconde ligne. . . . . M. **Léon Bertrand**

CORRESPONDANCE.

M. le **Président de la Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord** fait part à l'Académie du vœu qu'elle vient d'émettre, tendant à délimiter, dans certains massifs particulièrement intéressants, des réserves

où la végétation garderait sa rigoureuse intégrité et resterait soumise aux seules actions naturelles.

(Renvoi aux Sections de Botanique et d'Économie rurale.)

L'**Association des Ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Montefiore** rappelle les conditions du Concours de 1914 pour la Fondation Georges Montefiore. Le prix, d'une valeur de 20000^{fr}, sera décerné, à la suite d'un concours international, au meilleur travail original présenté sur l'avancement scientifique et sur les progrès dans les applications techniques de l'électricité dans tous les domaines.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Leonhardi Euleri *Dioptrica* edidit *Emil Cherbuliez*. Volumen posterius.

2° *Bericht über eine Expedition nach Bossekop zwecks photographischer Aufnahmen und Höhenmessungen von Nordlichtern*, von Carl Störmer.

3° *Icones plantarum Formosanarum*, by B. Hayata. Fasciculus I.

4° *Album général des Cryptogames*, par Henri Coupin. Tome I, fascicules 1 à 7. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

5° *La géologie du Maroc et la genèse de ses grandes chaînes* (1 carte en couleurs au $\frac{1}{2500000}$), par M. Louis Gentil. (Présenté par le prince Roland Bonaparte.)

6° Emilio Damour, Jean Carnot, Étienne Rengade, *Les sources de l'énergie calorifique*. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

7° G. Chesneau, *Principes théoriques et pratiques d'Analyse minérale*. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

ASTRONOMIE. — *Observations faites en ballon dirigeable pendant l'éclipse solaire du 17 avril*. Note de MM. **Fournier** et **Bourgeois**, présentée par M. Bigourdan.

Dans sa séance du 3 avril 1912, le Bureau des Longitudes avait décidé, sur la proposition d'un de ses membres, M. Deslandres, qu'il y avait lieu de déterminer *la ligne de centralité* de l'éclipse attendue, en observant le passage de la trace, sur le sol, du cône d'ombre de la Lune, du haut de

ballons stationnant ou gravitant sur place, à une altitude de 600^m à 800^m, au-dessus d'une parallèle à cette trajectoire centrale et s'en rapprochant le plus possible.

Il était en effet permis d'espérer que, pour des observateurs placés dans ces ballons, le constraste saisissant de cette ombre lunaire, de quelques kilomètres seulement de diamètre, traversant brusquement, avec une vitesse énorme de 800^m à la seconde, le cadre immobile environnant, d'une obscurité plus faible, si peu différente qu'elle fût, la rendrait perceptible à son passage sur une ligne bien repérée, perpendiculaire à sa trajectoire et étroitement surveillée, surtout si l'emplacement des ballons était choisi au-dessus de cultures d'une couleur très claire.

Le vice-amiral Fournier et le colonel Bourgeois, membres du Bureau des Longitudes, s'étant mis à la disposition du Bureau pour exécuter cette opération, celle-ci fut conduite de la façon suivante :

Un ballon dirigeable, le *Capitaine Ferber*, et un ballon captif furent demandés au Ministre de la Guerre, et leurs positions d'attente furent fixées sur une ligne parallèle *aux cinq lignes de centralité* à contrôler, tracées sur la Carte de l'État-Major, et dans une position moyenne entre les extrêmes : le ballon captif au-dessus de Saint-Nom-La-Bretèche, et le ballon dirigeable à 36^{km} plus loin, au-dessus d'un point de gravitation central se projetant entre les villages de Belloy et de Villiers-le-Sec, distants de 3^{km}.

Ce choix des emplacements fut heureux, car les deux ballons s'y trouvèrent précisément à peu près au-dessus de la ligne de centralité qu'il s'agissait de déterminer. Au moment même en effet où, pendant l'éclipse, l'amiral Fournier, qui suivait les phases progressives du phénomène, signalait la superposition exacte des centres de la Lune et du Soleil, le colonel Bourgeois lui criait : « L'ombre passe ! » et en évaluait le diamètre à $3^{km},5$, d'après ses repères, chiffre identique à celui qu'obtenait, de son côté, le capitaine Dupic, officier du Service géographique de l'Armée, placé en observation dans le ballon captif par le colonel Bourgeois, pour contrôler ses propres observations.

Or cette coïncidence parfaite des deux phénomènes visuels nécessaires pour établir, concurremment, et d'une façon incontestable, que les observations se trouvent exactement au-dessus de la ligne de centralité de l'éclipse, plaçait cette ligne dans une position sensiblement moyenne entre celles qui avaient été tracées sur la Carte d'État-Major au moyen des données de l'*Ephéméride américaine* et de la *Connaissance des Temps*, publiée annuellement par le Bureau des Longitudes.

L'approximation des données de ces deux éphémérides est donc très

satisfaisante, puisque la détermination directe effectuée sur le terrain ne s'écarte pas de plus de 1800^m de l'une ou de l'autre.

Enfin le fait que l'éclipse fut annulaire, ressortant de l'ensemble des observations astronomiques, explique que le colonel Bourgeois ait été conduit par le peu d'intensité du centre de l'ombre lunaire, relativement à l'obscurité environnante, à admettre qu'il y voyait la trace du prolongement du cône d'ombre et non pas celle de ce cône lui-même.

Quant aux observations météorologiques, on peut les résumer ainsi :

Au-dessous du ballon dirigeable, le vent de l'éclipse et la baisse thermométrique furent insensibles, et le capitaine Dupic, qui était plus haut de 200^m, constata seul de son côté un léger souffle d'air et une baisse thermométrique de 2°. Il convient d'ajouter qu'un unique cumulus, de petites dimensions, apparut à 10° au-dessus de l'horizon au commencement de l'éclipse, dans la direction d'où devait venir l'ombre, sur un ciel d'une pureté exceptionnelle; puis 20 minutes avant l'instant de la centralité, une large panne blanche très déliée s'étendit symétriquement des deux côtés de ce nuage sur une parallèle à l'horizon, couvrant un arc d'une trentaine de degrés, et disparut 20 minutes environ après le phénomène.

En résumé, le Bureau des Longitudes fut bien inspiré en adoptant, pour dissiper toute incertitude sur la position de la ligne de centralité de l'éclipse du 17 avril, ce mode d'observations, en ballons, du passage de la trace du cône d'ombre de la Lune sur un sol convenablement choisi de manière à rendre ce passage bien apparent.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912.* Note de M. **Joseph Eysséric**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai observé cette éclipse à la batterie des Cotillons ([1]), près de Cormeilles-en-Parisis, où M. Bigourdan avait organisé une station.

La lunette employée, de 0^m,07 d'ouverture, et construite par Mailhat, est celle qui m'a déjà servi pour observer les éclipses totales du 28 mai 1900 (Hellin, en Espagne) et du 29-30 août 1905 (Sfax, en Tunisie). Elle était montée sur un pied azimutal et garnie d'un oculaire grossissant 35 fois, donnant un champ assez grand pour montrer le Soleil tout entier. Un verre noir non gradué servait à affaiblir la lumière solaire.

Les heures des contacts ont été notées comme il suit sur le chronomètre de la station, 4513 Bréguet.

([1]) Pour la situation géographique de ce point, voir la Note de M. Bigourdan sur cette éclipse.

Contact.	Heures notées, temps du chr. 4513 Br.	Corr. chron.	Temps sid. de Paris.	Temps moyen de Paris.	Temps légal.
	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
1.....	3.37.30	−2.58.18,0	0.39.12,0	10.58.26,4	10.49. 3,4
2.....	4.58.56,8	−2.58.18,3	2. 0.38,5	12.19.37,8	12.10.16,8
3.....	4.58.59	−2.58.18,3	2. 0.40,7	12.19.40,0	12.10.19,0
4.....	6.21.10	−2.58.18,6	3.22.51,4	13.41.37,2	13.32.16,2

Remarques sur l'observation des contacts. — Le contact 1 a été noté en retard.

Le contact 2 a été noté quand la ceinture de grains de Baily a paru complète et que, en toute certitude, l'éclipse s'est montrée annulaire. A l'heure notée, ce 2e contact s'était déjà produit; elle est donc en retard, peut-être de 1 seconde.

Le contact 3 a été noté quand les grains de Baily n'étaient pas encore tous éteints sur le bord du disque lunaire, à l'Est.

Le contact 4 a, sans doute, été noté un peu en avance.

Remarques sur la plus grande phase. — Quelques secondes avant le 2e contact, un grain de Baily se forme au bord austral, puis un second à gauche, tandis qu'un mince croissant subsiste en avant. Puis, très rapidement, les grains s'étendent vers la gauche de l'image renversée, en haut et en bas à peu près également; et le disque lunaire se détache comme entouré par une ligne finement ponctuée de traits lumineux. Le 2e contact s'est produit au bord *précédent* : l'éclipse a été nettement annulaire. Ensuite les grains de Baily se réduisent rapidement vers le bord *suivant* et le 3e contact a lieu.

A l'approche du 2e contact, la diminution de la lumière a paru très rapide; son accroissement l'a été de même aussi après le 3e contact.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 17 *avril* 1912. Note de M. **Louis Fabry**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai observé cette éclipse dans la banlieue de Paris, à la station organisée par M. Bigourdan, à la batterie des Cotillons ([1]), avec une lunette de $0^m,07$ d'ouverture et $1^m,20$ de longueur focale, prêtée gracieusement par M. Mouronval, successeur de Mailhat. Les contacts ont été notés avec

([1]) Pour la position géographique, voir la Note de M. Bigourdan sur cette éclipse.

un grossissement de 60 fois. Le second et le troisième contacts devant être très rapprochés l'un de l'autre, et ma lunette ne montrant qu'une portion du Soleil dans le champ, je me suis attaché à observer seulement celui de ces contacts qui s'est produit sur le côté avant de la marche de la Lune et j'en ai ainsi obtenu une bonne détermination. Je l'appellerai ici troisième contact, d'après les observations d'autres observateurs auxquels l'éclipse *a paru annulaire*. Mes observations montrent que pour notre station l'éclipse n'est pas restée partielle, puisqu'en ce cas je n'aurais pas pu observer de contact au moment de la plus grande phase.

Voici les heures que j'ai notées pour les contacts au chronomètre de la station (4513 Bréguet), et les valeurs du temps qui s'en déduisent :

	Contact 1.	Contact 3.	Contact 4.
	h m s	h m s	h m s
Chronomètre 4513 Br........	3.37.13,5	4.58.58,5	6.21.10,0
Correction..................	—2.58.17,0	—2.58.17,3	—2.58.17,6
Temps sidéral de Paris.....	0.38.56,5	2. 0.41,2	3.22.52,4
Temps moyen de Paris......	10.58. 9,2	12.19.40,5	13.41.38,2
Temps légal................	10.48.48,2	12.10.19,5	13.32.17,2

Pendant l'éclipse partielle j'ai remarqué que le bord de la Lune ne paraissait pas mathématiquement circulaire, mais présentait en certaines régions de légères inégalités dues aux montagnes lunaires. Ces inégalités, visibles très faiblement avec le grossissement de 60 fois, se distinguaient nettement avec un grossissement de 150 fois. Ce sont probablement ces inégalités qui ont produit le phénomène des grains de Baily que j'ai vu très nettement de la façon suivante : plusieurs secondes avant le troisième contact, les cornes du croissant lumineux ont commencé à se diviser en morceaux; puis, 4 secondes environ avant le contact, tout le mince filet du croissant s'est divisé en courtes lignes brillantes d'inégales longueurs, séparées par des intervalles obscurs.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912*. Note de M. **Stéfanik**, présentée par M. Bigourdan.

Comme membre de la mission de M. Bigourdan, je me suis rendu à Cormeilles-en-Parisis, à la batterie des Cotillons, pour y observer l'éclipse de Soleil du 17 avril [1].

[1] Voir, pour la situation géographique, la Note de M. Bigourdan sur cette éclipse.

Un réfracto-réflecteur Schaer, de 15^{cm} d'ouverture, monté sur un pied azimutal muni de deux vis de rappel pour les mouvements lents en azimut et en hauteur, m'a servi à suivre le phénomène de l'éclipse par projection. Parallèlement à cette lunette, était ajoutée une planche qui portait un télespectrographe à vision directe, qui m'a été obligeamment prêté par M. Pellin, et une lunette photographique de 10^{cm} d'ouverture utile, dont la monture a été exécutée par M. Moronval.

Mon but principal était de tenter de photographier la couronne solaire pendant l'éclipse. J'ai été encouragé dans cette voie par mes observations faites l'année dernière à Vavau (archipel Tonga), où j'ai pu voir, quoique faiblement, la raie verte de la couronne, même 2 minutes après la totalité, en regardant le spectre à travers un écran vert spécial, qui absorbe presque entièrement les radiations du spectre visible, à l'exception de celles qui se trouvent dans la proximité immédiate de la raie de longueur d'onde 5303.

Cette fois, j'ai placé le même écran (dont les faces sont plan-parallèles et travaillées optiquement) devant la plaque photographique. La première pose, faite entre le 2e et le 3e contact, était d'une durée de $\frac{5}{10}$ de seconde environ; la seconde pose a été prise 35 secondes après le 3e contact.

Le premier cliché montre indiscutablement l'annularité de l'éclipse. Les grains de Baily y sont nettement enregistrés, surtout dans les régions est et sud-est. La couronne intérieure est visible sur le cliché comme un anneau mince qui entoure le disque solaire; l'anneau montre, par endroits, des effets d'irradiation qu'on peut facilement discerner de la couronne. L'autre cliché, qui a été obtenu après le 3e contact, montre un croissant de soleil clair, avec la lune sombre entièrement et franchement délimitée, et se projetant sur le fond un peu plus clair de la couronne solaire.

Les plaques employées sont celles de Wratten, sensibles au vert.

Le spectrographe avec lequel j'ai tenté de photographier le spectre de la couronne, malgré toutes les précautions prises, n'a donné qu'un résultat négatif.

D'après les observations visuelles, il m'a paru que l'anneau solaire restant était symétrique; nous nous sommes donc trouvés dans la proximité immédiate de la ligne centrale. Le chronomètre stoppeur marquait la différence de 3 secondes $\frac{3}{5}$ entre les 2e et 3e contacts, le phénomène étant observé à l'œil nu. Je n'ai aperçu ni la couronne, ni les protubérances autour du Soleil, qui, au moment du maximum de l'éclipse, brillait d'une lueur blafarde, donnant à la nature un aspect triste.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse solaire du 17 avril, faite à l'Observatoire de Madrid.* Note de M. **Fr. Iñiguez**, présentée par M. Bigourdan.

Les nuages ont gêné beaucoup l'observation de cette éclipse. Nous avons observé le dernier contact et fait quelques photographies avec la chambre de Zeiss.

Nous pensions qu'en plaçant convenablement la fente du spectroscope, pendant le maximum de l'éclipse, on pourrait observer l'inversion des lignes spectrales qui donnent lieu au *spectre-éclair* dans les éclipses totales. En profitant de quelques éclaircies, au voisinage de ce maximum, nous avons effectivement observé de nombreuses inversions, tout spécialement dans le voisinage de D, et dans toute la zone du vert jusqu'à F. Les raies de l'hydrogène, du sodium, de l'hélium et du magnésium étaient très intenses et assez longues; de plus, un nombre considérable d'autres plus petites étaient aussi bien perceptibles. La durée très limitée des éclaircies ne nous a pas donné un temps suffisant pour faire des déterminations précises. Le maximum étant déjà passé, les nuages se sont évanouis et nous avons suivi la fin du phénomène. A mesure que s'agrandissait le croissant solaire, les inversions étaient moins nombreuses; les petites raies ont disparu d'abord, puis celles du sodium, du magnésium, de l'hélium, et enfin celles de l'hydrogène. La forme des inversions était celle de la pointe du croissant. Avant de voir disparaître l'inversion de la ligne D_3, nous l'avons observée double, la composante la moins réfrangible étant un peu plus intense; mais toutes deux étaient assez longues et n'avaient pas la forme de la pointe du croissant, mais en aigrette, probablement à cause d'une protubérance. Nous n'avions pas observé la duplication dans les observations précédentes.

L'instrument employé est un spectroscope à quatre prismes de 60° et deux demi-prismes traversés deux fois par les rayons lumineux, le tout monté sur un équatorial. Il est destiné à l'observation journalière des protubérances. Pour observer le phénomène, il faut qu'un aide tourne presque constamment l'instrument. Certainement, dès que l'éclipse partielle dépasse 0,9, l'observation que nous avons faite est possible pendant 30 minutes. Avec un spectrographe, on pourra aussi photographier les inversions.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse solaire du 17 avril 1912, faite à l'Observatoire d'Athènes, avec l'équatorial Doridis (Gautier* $0^m,40$). Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Bigourdan.

L'observation de cette éclipse n'a pas été favorisée à Athènes par un temps très beau ; le ciel n'était pas très pur et quelques cumulus, dispersés par-ci par-là, passaient de temps à autre devant le disque solaire.

Voici, en temps moyen d'Athènes, les résultats obtenus, comparés au calcul déduit des éléments soit de la *Connaissance des Temps,* soit du *Nautical Almanac :*

	T. observé.	C. des Temps.	N. Alm.
	h m s	h m s	h m s
Premier contact	0.54.17	0.54.33,6	0.54.48,0
Dernier contact	3.20.23	3.20.53,4	3.20.51,6

Le phénomène a donc eu lieu, de même que nous l'avions observé pendant l'éclipse du 30 août 1905, un peu *avant* le temps indiqué par la théorie.

Le disque lunaire, avançant graduellement sur celui du Soleil, paraissait très faiblement lumineux et d'une teinte presque noire ou plutôt un peu jaunâtre, mais excessivement pâle ; il était invisible en dehors du Soleil avant le commencement et après la fin de l'éclipse.

Le Soleil n'ayant pas de taches en ce moment, nous n'avons pas pu comparer leur degré de luminosité à celui du disque lunaire, que, pendant l'éclipse de 1905, nous avons trouvé, à Athènes, aussi obscur ou un peu plus noir que le noyau des taches : la lumière émise par ce noyau est donc au moins aussi intense que la lumière cendrée de la Lune à l'époque de son maximum.

Le bord du disque lunaire était, par moments, faiblement visible, prolongé en dehors, mais pas très loin du bord boréal du disque solaire.

Le bord concave du croissant solaire a été vu, aussi bien par nous que par nos aides MM. Georgantis et Alibertis (qui observait avec le petit équatorial Ploesl de $0^m,16$), sensiblement plus brillant, mais pas constamment, que le bord convexe et que le reste du disque solaire. Le même bord intérieur nous a paru, par moments, plus net que le bord extérieur de l'astre.

Aucune trace de halo n'a été vue sur le Soleil autour du disque de la Lune, et aucune déformation des cornes du croissant solaire ne fut observée.

La *lumière du jour* a paru sensiblement baissée, vers le milieu surtout de

l'éclipse, dont la *grandeur* était, d'après les deux calculs, 0,464. Une série d'observations photométriques, faites avec le concours de notre aide M. Paraskévopoulos, au moyen d'un photomètre Leonhard Weber, sur une feuille de papier blanc, exposé à la lumière diffuse du jour, dans une chambre, a donné les résultats suivants :

Heure.	Bougies.	Heure.	Bougies.
h m		h m	
0.10	319	2.35	225
0.50	289	2.45	258
1.30	262	3. 0	307
1.45	258	3.10	330
2. 0	220	3.20	378
2.10	212		

Au moment de la plus grande phase, la *couleur* du ciel est devenue un peu plus foncée, et les objets terrestres ont pris une teinte cendrée. Les nuages n'ont présenté aucune coloration particulière et le *surbaissement* du ciel n'a pas sensiblement changé.

Le *degré actinométrique* fut observé directement toutes les 5 minutes, au moyen d'un actinomètre Arago.

Voici les résultats obtenus, ainsi que ceux donnés par le thermomètre :

	Actinomètre.		Thermomètre.
h m	o	h m	o
0.55	59,2	1.30	+19,2
1.20	57,0	2. 0	18,0
2. 0	43,5	2.30	17,7
2.10	44,6	3. 0	17,2
3. 0	51,4	3.15	17,1
3.20	55,1	4. 0	17,5

La *pression barométrique* et le *vent* n'ont présenté aucune variation particulière.

La température a donc diminué en tout, pendant le passage de l'ombre de 2°,1.

L'*humidité relative* ne s'est élevée que très lentement et excessivement peu ; elle était de 45 à 0^h30^m, de 47 à 2^h30^m et de 49 à 3^h30^m ; ensuite elle a baissé pendant environ 30 minutes, pour remonter de nouveau.

Les observations météorologiques ci-dessus ont été faites avec des instruments enregistreurs Richard.

Les *variations magnétiques*, observées à nos instruments enregistreurs Mascart, n'ont pas été sensiblement influencées par l'éclipse.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Soleil du 16-17 avril 1912 à l'Observatoire de Besançon.* Note de M. A. **Lebeuf**, présentée par M. B. Baillaud.

Le ciel n'a pas été favorable; les nuages se sont formés avant même le début du phénomène, sans toutefois gêner l'observation de celui-ci ; ensuite ils se sont accumulés et ont caché totalement le Soleil après la phase principale, ainsi que la fin de l'éclipse.

Voici le bref résumé des observations :

Astronomie (1er contact).

	Temps légal.	Observateurs.
Équatorial droit; distance focale $= 3^m,10$:		
Ouverture $= 0^m,21$; $G = 94$.		
Observation par projection (écran à $0^m,25$).....	$10^h.51^m.18^s$	Brück-Perrot
Équatorial coudé; distance focale $= 6^m,40$:		
Ouverture $= 0^m,316$; $G = 66$.		
Observation visuelle..........................	10.51.19	Chofardet
Équatorial Secrétan; distance focale $= 1^m,75$:		
Ouverture $= 0^m,108$; $G = 38$.		
Observation visuelle..........................	10.51.24	A. Lebeuf
Observation visuelle par projection sur la glace dépolie de la lunette photographique.........	10.51.22	A. Sallet

La *Connaissance des Temps* annonçait le premier contact à Besançon pour $10^h 51^m 23^s$, temps légal.

MM. Brück et Perrot ont observé le Soleil à son passage au méridien. M. Chofardet, à l'équatorial Secrétan, a pris 46 mesures de la corde commune aux deux astres et obtenu 5 clichés.

Météorologie. — M. Poutignat, de $10^h 40^m$ à $13^h 45^m$, a fait 46 lectures du thermomètre. Celui-ci marquait $15°,1$ à $10^h 40^m$ et $15°,7$ à $10^h 55^m$; il est descendu à $10°,8$ à $12^h 22^m$, 8 minutes après la plus grande phase, pour remonter à $13°,9$ à $13^h 40^m$ et $13^h 45^m$.

Le baromètre n'indique rien. La courbe du barographe Richard descend lentement et régulièrement pendant toute la durée du phénomène.

L'affaiblissement de la lumière était sensible, mais il n'a pas cessé de faire grand jour et même, si le ciel n'avait pas été nuageux comme il l'était au moment de la plus grande crise, il est bien peu probable qu'on aurait pu voir d'autres astres dans le voisinage du Soleil.

T. S. F. — Des mesures au téléphone shunté ont été faites par M. R. Goudey, sur les séries de traits émises par la Tour Eiffel. Aucun résultat bien certain n'a été obtenu. Il reste à vérifier l'étalonnage de la résistance qui a servi de shunt.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. E. Cosserat, présentée par M. Baillaud.

L'éclipse partielle de Soleil du 17 avril 1912 a pu être observée dans de bonnes conditions à l'Observatoire de Toulouse; sous l'influence du vent E-SE, le ciel a été découvert pendant toute la durée du phénomène. Il a été, en particulier, possible de déterminer les instants du premier et du second contacts, d'observer le passage au cercle méridien et de prendre des clichés.

Les instruments dont dispose l'Observatoire ont été utilisés par les différents membres du personnel; les contacts ont été observés par M. Saint-Blancat au chercheur d'Eichens (diaphragmé à $0^m,10$), par M. Montangerand à l'équatorial Brunner-Henry (diaphragmé à $0^m,08$), par MM. Rabioulle et Cazabon respectivement au grand télescope Gautier (diaphragmé à $0^m,20$) et à son pointeur, par M. Besson à un petit équatorial portatif et par M. Rossard à l'équatorial photographique.

M. Rabouille était chargé des réceptions radiotélégraphiques et M. Besson des comparaisons des pendules.

Les résultats de l'observation des contacts sont indiqués ci-après en temps légal :

Observateurs.	Premier contact.	Deuxième contact.
	h m s	h m s
Saint-Blancat	10.38.57	13.27. 8
Montangerand	10.39. 0	13.26.57
Rabioulle		13.26.57
Besson		13.26.39
Rossard	10.38.59	13.27.12
Cazabon	10.39.18	13.27. 7

Les différents observateurs n'ont distingué sur le Soleil ni taches, ni facules et n'ont aperçu ni le bord de la Lune en dehors du Soleil, ni un liséré brillant sur le bord concave du croissant.

M. Saint-Blancat a observé les passages du bord du Soleil sur six proémi-

nences du bord de la Lune aux heures légales suivantes: $12^h2^m3^s$; $12^h25^m40^s$; $12^h27^m41^s$; $12^h30^m17^s$; $12^h32^m51^s$; $12^h39^m44^s$; il a eu l'impression que le bord de la Lune était plus sombre que le fond du ciel au bord du Soleil; vers 11^h25^m la moitié sud du bord visible de la Lune lui a paru très dentelée et la moitié nord, au contraire, continue.

M. Montangerand a déterminé les angles de position des contacts, 238° environ pour le premier, et 46° pour le second; le disque lunaire lui a paru très noir; le champ étant assez restreint, il n'a pu faire que les mesures suivantes sur la corde commune :

Longueur de la corde commune.

Premier contact.		Deuxième contact.	
h m s	′ ″	h m s	′ ″
A 10.42.49,9...	9.48,8	A 13.22.39,8...	10.17,8
46. 7,3...	13. 5,7	24.19,5...	8.20,8
		25.21,3...	6.45,7
		26.16,2...	4.52,8

Angle de position de la corde commune (dernier contact).

h m	°	
A 13.14.54	44,6	
16.59	44,8	
17.45	45,0	± 90°
18.40	45,2	
19.31	45,3	

M. Rabioulle, assisté de M. Besson, a déterminé, au cercle Gautier, les ascensions droites des seconds bords de la Lune et du Soleil à leur passage au méridien; il a obtenu les résultats suivants:

	Asc. droite.	Obs. — Calc.
	h m s	s
Lune, 2e bord..............	1.41.22,32	— 1,62
Soleil, 2e bord.	1.41.40,08	— 0,04

il a trouvé — $2^s,13$ pour la correction de Newcomb à l'ascension droite de la Lune, soit un résidu de $0^s,5$.

MM. Rossard et Lacroux ont obtenu à l'équatorial photographique 53 clichés sur lesquels on a commencé d'effectuer l'impression du réseau 141 Gautier du Service astrophotographique.

Au grand télescope, on a également obtenu 25 clichés.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, faite à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **Henry Bourget**, présentée par M. B. Baillaud.

L'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, partielle à Marseille, a été observée à l'Observatoire de cette ville dans d'assez bonnes conditions atmosphériques. Les observateurs étaient répartis en trois groupes :

MM. Bourget et Borelly, au chercheur de comètes.
Coggia et Esmiol, à l'équatorial Eichens;
Lubrano et Maitre, à une lunette de $1^m,90$ de distance focale sur pied mobile.

Les observations des contacts ont été faites en projetant l'image du Soleil sur un écran.

Voici les heures observées en temps légal :

	Premier contact.	Dernier contact.
	h m s	h m s
MM. Bourget et Borelly.............	22.44.31,0	1.32. 7,8
Coggia......................	22.44.29,3	1.32.12,9
Esmiol......................	22.44.28,3	1.32.13,4
Lubrano et Maitre.............	22.44.29,6	1.32. 5,7
Moyenne....................	22.44.29,5	1.32.10,0

Le premier contact a été bien observé. Les observations du dernier contact, au chercheur et à la lunette sur pied mobile, ont été gênées par le vent d'Est qui avait augmenté au moment de l'éclipse et qui faisait vibrer les lunettes, et par les nuages qui avaient envahi la région du Soleil à partir de la plus grande phase.

De $22^h 30^m$ à $0^h 15^m$, la température a baissé de $15°,2$ à $12°,0$, puis s'est régulièrement relevée ensuite.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril par l'École Polytechnique.* Note de M. **E. Carvallo**, présentée par M. Hamy.

A l'occasion de l'éclipse du 17 avril et sur la proposition de M. Hamy, l'École Polytechnique a organisé diverses observations sur la route de

Trappes à Neauphle. On s'est proposé surtout de résoudre les deux problèmes suivants :

Le disque lunaire s'est-il montré inférieur ou supérieur au disque solaire, et de combien ?

En quel point la ligne de centralité de l'éclipse a-t-elle coupé la ligne des observateurs ?

Les observateurs, armés de jumelles prêtées par la Direction de l'Artillerie (grossissant 8 fois), étaient échelonnés, deux par deux, d'hectomètre en hectomètre, pour contribuer à la recherche de la solution du deuxième problème.

En outre, des postes de quatre observateurs étaient établis aux bornes kilométriques et semi-kilométriques ; ils devaient déterminer le diamètre apparent de la Lune ou plutôt la différence entre ce diamètre et celui du Soleil au moyen de mesures chronométriques.

La ligne des observateurs occupait 12^{km}. Aux deux extrémités de la ligne (à Trappes et à Neauphle), ainsi qu'au centre (au carrefour de la Grand-Croix), étaient organisées des observations photographiques et cinématographiques.

Toutes les observations devaient se contrôler et se porter un mutuel appui.

Les résultats obtenus sont ceux-ci :

I. Pour toute la ligne des observateurs, des grains sont apparus d'abord dans la corne sud-est du croissant, puis dans la corne nord-ouest. Quelques observateurs, aux extrémités, ont déclaré l'éclipse partielle ; la plupart l'ont vue annulaire avec grains. Sur une étendue d'environ 2^{km} à l'ouest (côté Neauphle), les grains apparaissaient au nord-ouest seulement; sur $1^{km},5$ à l'est, les grains apparaissaient au sud-est seulement.

Pour la région centrale de la ligne d'observation et sur une étendue de plus de 4^{km}, l'éclipse a été vue annulaire, avec grains tout autour de la Lune. Pour les observateurs de cette région, les grains apparus d'abord aux extrémités des cornes n'ont pas cessé d'être visibles pendant toute la durée de l'éclipse. Ils étaient plus nombreux en ces endroits qu'aux extrémités du diamètre de marche.

II. Les résultats des observations, portés sur un graphique, ont permis de déterminer le point où la ligne de centralité de l'éclipse a coupé la ligne des observateurs. Ce point est au kilomètre 35,5, sur la route n° 12 de Paris à Brest. Il est compris entre la ligne de centralité calculée par la *Connaissance des Temps* et celle de l'*Astronomical Ephemeris*, à 500^{m} de la première et à 2400^{m} de la deuxième.

Aux postes situés à l'ouest de ce point (côté Neauphle), le Soleil paraissait au nord-ouest de la Lune.

Aux postes situés à l'est du même point (côté Trappes), le Soleil paraissait au sud-est de la Lune.

Bien entendu, l'éclipse a présenté l'aspect de la centralité sur une longueur de plus de 1^{km}, et il serait impossible à chacun des observateurs de cette région de dire s'il était à l'est ou à l'ouest du point cherché; mais l'ensemble des observations permet de trouver le centre de la bande d'incertitude à 1^{hm} ou 2^{hm} près, à l'Est ou à l'Ouest.

On peut donc affirmer que le point de centralité de l'éclipse s'est trouvé à la borne

$$3^{km},5 \pm 0,2.$$

III. Quant à la recherche du diamètre apparent de la Lune par les observateurs kilométriques et semi-kilométriques, la plupart des observations chronométriques ont été manquées. On s'y attendait à cause de la soudaineté du phénomène qui devait surprendre les observateurs. Mais une discussion, éclairée par une enquête faite auprès des élèves par le directeur des études, a permis de conserver quelques observations, au nombre de cinq pour le diamètre minimum, et de trois pour le diamètre maximum. Celles-ci, ayant été faites dans des conditions correctes, donnent les résultats suivants avec une grande probabilité d'exactitude :

1° Le diamètre moyen de la Lune, dans le sens de la marche, était sensiblement égal à celui du Soleil ;

2° Le diamètre minimum de la Lune (fonds des vallées) était inférieur à celui du Soleil d'une quantité correspondante à 3 secondes de temps;

3° Le diamètre maximum de la Lune (sommets des pics) surpassait celui du Soleil d'une quantité correspondante à 2, 4 secondes.

Or le bord antérieur de la Lune a mis $1^h 21^m 38^s = 4898^s$ à parcourir le diamètre du Soleil qui est de $32' = 1920''$.

Le diamètre minimum et le diamètre maximum de la Lune surpassent donc celui du Soleil respectivement de

$$-\frac{1920 \times 3,0}{4893} = -1'',2,$$

et

$$+\frac{1920 \times 2,4}{4898} = +0'',8.$$

Les résultats obtenus par les postes photographiques et cinématogra-

phiques ne sont pas encore connus. Ils contrôleront les résultats obtenus par l'observation directe; mais il est probable que le point de centralité ne pourra pas être déterminé par la photographie avec autant de précision que par les observations directes.

ASTRONOMIE. — *Remarque au sujet de la Communication précédente* (de M. E. Carvallo), par M. **Maurice Hamy**.

Des circonstances indépendantes de ma volonté m'ont empêché de diriger moi-même, jusqu'au bout, l'expédition de l'École Polytechnique. Fort heureusement le succès de l'entreprise s'est trouvé assuré grâce à l'intervention éclairée de M. Carvallo, directeur des études, à celle de l'état-major de l'École, au concours de M. Fouché, enfin à l'enthousiasme des jeunes observateurs, tous également fiers et heureux d'apporter un concours désintéressé à la Science.

J'ai plaisir à exprimer ici à chacun ma vive reconnaissance.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Calcul de la primitive de la fonction dérivée la plus générale*. Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Émile Picard.

J'ai défini, dans une Note récente (1er avril 1912), une certaine opération applicable à toute fonction f satisfaisant dans un intervalle a, b à certaines conditions, et dénommée par moi *totalisation* de f dans (a, b). Dans le cas où f est intégrable selon Riemann ou sommable selon M. Lebesgue, f est aussi totalisable et le résultat de la totalisation est l'intégrale selon Riemann ou selon Lebesgue, de f dans le même intervalle. La réciproque n'est pas vraie.

Je vais montrer que la totalisation de f entre a et x, soit $V(a, x)$, est une fonction continue de x ayant pour dérivée f, sauf peut-être sur un ensemble de mesure nulle.

Je prie le lecteur de se reporter aux définitions et aux conditions posées dans la précédente Note.

Dans tout intervalle contenant x et où f est sommable, la totalisation de f entre a et x ne diffère que par une constante additive de l'intégrale de Lebesgue dans cet intervalle. D'après une propriété connue de l'intégrale

de Lebesgue, $V(a, x)$ a bien pour dérivée f dans cet intervalle, sauf peut-être en un ensemble de mesure nulle.

Donc la propriété est établie pour tout intervalle sans points communs avec E_1, ensemble des points de non-sommabilité de f sur le continu.

On l'étend sans peine au complémentaire de P_1, plus grand ensemble parfait contenu dans E_1. On le démontre de proche en proche pour l'ensemble des points de P_α n'appartenant pas à $P_{\alpha+1}$, grâce au théorème suivant :

P *étant un ensemble parfait dont les intervalles contigus sont* $u_1, u_2, \ldots, u_n, \ldots$, *si* f *est sommable sur* P *et si la série* $W(u_n)$ *est convergente, en tout point de* P *sauf en un ensemble de mesure nulle,* V *a pour dérivée* f.

Je rappelle que $W(u_n)$ est la borne supérieure de $|V(\alpha'_n, \beta'_n)|$, α'_n et β'_n étant intérieurs à u_n.

Soit $\alpha\beta$ le segment limité par les extrémités de P. Nous savons que

$$V(\alpha, x) = \Sigma^x V(u_n) + \int_\alpha^x \varphi\, dx,$$

φ étant égal à f sur P et à zéro ailleurs, la première sommation étant étendue aux intervalles u_n compris entre α et x, et au terme $V(\alpha_p, x)$, si x appartient à l'intervalle u_p soit α_p, β_p.

Tout revient à montrer que le premier terme $\psi(x)$ du second membre est une fonction de x possédant sur P (sauf en un ensemble de mesure nulle) une dérivée nulle. Désignons par $I_m(A)$ la famille d'intervalles ainsi définis. u_1, u_2, u_m séparent, sur $\alpha\beta$, m segments portant chacun une portion de P. La famille $I_m(A)$ est formée des intervalles i, deux à deux extérieurs l'un à l'autre, chacun compris dans l'un des segments précédents et tel que $i = A\Sigma_i W(u_n)$, la sommation du second membre étant étendue aux u_n intérieurs à i. Une construction simple donne ces intervalles i. Le complémentaire des $I_m(A)$ est un ensemble fermé $E_m(A)$ non dense sur P, contenant $E_{m-1}(A)$, et dont la longueur est inférieure à celle de P de la quantité $\Sigma I_m(A) = A r_m$, si $r_m = \sum_{m+1}^{\infty} W(u_n)$. La série $W(u_n)$ étant convergente, l'ensemble $E(A)$ des points communs à $E_m(A)$, quel que soit m, a même longueur que P. Son complémentaire sur P a une longueur nulle. En chaque point de $E(A)$ les nombres dérivés de ψ sont en valeur absolue inférieurs à $\frac{1}{A}$. Si A croît indéfiniment, en tout point de l'ensemble E

commun à tous les E(A), ψ a une dérivée nulle. Le complémentaire de E sur P a bien une longueur nulle.

Une propriété fondamentale de la totalisation des fonctions, c'est que *toute fonction dérivée finie en chaque point est totalisable, la totalisation de f entre a et x étant une primitive de f.*

Prouvons que f satisfait aux trois conditions énoncées dans la précédente Note.

La première condition est remplie par toute fonction finie en chaque point et limite de fonctions continues. Car, d'après le théorème de M. Baire, l'ensemble des points d'un ensemble parfait quelconque f au voisinage desquels la fonction est non bornée sur P, et *a fortiori* l'ensemble des points où elle est non sommable sur P, est non dense sur P, l'oscillation de la fonction sur P étant infinie en ces points.

La seconde condition résulte de la continuité de la fonction primitive de f.

La troisième condition est satisfaite grâce au théorème suivant :

Si f est une fonction finie en chaque point et dérivée de la fonction F, *si les intervalles u'_n sont tels qu'entre deux quelconques pris parmi eux, il y en ait un autre, l'ensemble des points où la série* V (u'_n) *des variations de* F *dans les u'_n est non absolument convergente est non dense sur l'ensemble parfait discontinu* P *formé par les points limites des u'_n.*

On montre plus généralement que l'ensemble des points de P au voisinage desquels le rapport $\frac{|V(u'_n)|}{u'_n}$ n'est pas borné est non dense sur P. Dans l'hypothèse opposée, on prouve l'existence de points de P où f est infinie.

Sans doute, chaque nombre dérivé d'une fonction, supposé fini en tout point (sauf peut-être sur un ensemble réductible) est-il totalisable. Il satisfait en tout cas aux deux dernières conditions.

Enfin, on s'aide du lemme suivant :

Si f, dérivée de F, *est sommable sur* P ; *si les variations de* F *dans les intervalles contigus à* P *forment une série absolument convergente, la somme de cette série et de l'intégrale de f sur* P *est égale à la variation de* F *entre les extrémités de* P.

Ainsi se trouve résolu pour la première fois, dans toute sa généralité, le problème inverse de la dérivation : sachant que f est une fonction dérivée, fournir le moyen de calculer une primitive (ou la variation commune à

toutes ses primitives entre deux points quelconques). Ce problème avait été résolu par Riemann quand les points de discontinuité de f forment un ensemble de mesure nulle; par M. Lebesgue, quand f est sommable, le calcul de la fonction primitive se faisant dans chaque cas par une intégration selon la définition de l'un ou l'autre analyste.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction $\zeta(s)$ dans le demi-plan $\sigma > 1$.* Note de M. **Harald Bohr**, présentée par M. Émile Picard.

Dans un Mémoire récent [1] j'ai démontré le théorème suivant : *La fonction $\zeta(s) = \zeta(\sigma + it)$ de Riemann* qui, comme on le sait, est $\neq 0$ pour $\sigma > 1$, *prend dans le demi-plan $\sigma > 1$, plus généralement dans la bande $1 < \sigma < 1 + \delta$ ($\delta > 0$), une infinité de fois toute valeur à l'exception de zéro.* Dans cette Note, je vais communiquer quelques résultats d'une recherche plus délicate, résultats qui, à quelques égards, sont d'un caractère définitif. La méthode de recherche employée est essentiellement la même méthode arithmétique-géométrique-analytique, dont je me suis servi dans le Mémoire cité ci-dessus. J'emploie cette méthode à la fonction $\log\zeta(s)$ [et non pas directement à la fonction $\zeta(s)$ elle-même], où $\log\zeta(s)$ désigne la branche régulière pour $\sigma > 1$, qui prend des valeurs réelles pour s réel > 1 [2]. La recherche suivante se divise en trois parties assez différentes :

1° *La partie arithmétique.* — Soit $\sigma_0 > 1$; on a, comme on le sait, l'égalité suivante :

$$\log\zeta(\sigma_0 + it) = -\sum_{n=1}^{\infty} \log(1 - p_n^{-(\sigma_0 + it)}) = -\sum_{n=1}^{\infty} \log(1 + p_n^{-\sigma_0} e^{i\mu_n}),$$

où

$$\mu_n = \mu_n(t) = \pi - t\log p_n.$$

(1) *Ueber das Verhalten von $\zeta(s)$ in der Halbebene $\sigma > 1$* (*Göttinger Nachrichten*, 1911).

(2) Evidemment la détermination des valeurs de la fonction $\log\zeta(s)$ est un problème plus général que la détermination des valeurs de $\zeta(s)$ elle-même. Par exemple, du théorème de la fin de cette Note, selon lequel $\log\zeta(s)$ prend, pour $\sigma > 1$, une infinité de fois toute valeur, on peut déduire le résultat cité ci-dessus, que $\zeta(s)$ prend pour $\sigma > 1$ une infinité de fois toute valeur à l'exception de zéro, tandis que la conclusion inverse serait illégitime.

Considérons maintenant la série plus générale

$$(1)\qquad F(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, \ldots) = -\sum_{n=1}^{\infty} \log(1 + p_n^{-\sigma_0} e^{i\varphi_n})\ (^1),$$

où les φ_n sont des nombres réels quelconques, et désignons par $M = M(\sigma_0)$ l'ensemble de toutes les valeurs que prend la série (1), quand les nombres $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, \ldots$ parcourent, *les uns indépendamment des autres*, toutes les valeurs réelles ou, ce qui revient au même, toutes les valeurs réelles $\geqq 0$ et $< 2\pi$. Par une démonstration analogue à celle que j'ai employée dans le paragraphe 2 de mon Mémoire cité (*démonstration arithmétique fondée sur le théorème sur la décomposition unique d'un nombre entier positif en nombres premiers*), j'ai déduit le théorème suivant :

THÉORÈME I. — α. *Pour t réel, la valeur de* $\log \zeta(\sigma_0 + it)$ *est comprise dans l'ensemble* $M(\sigma_0)$ (²).

β. *Soit m un élément quelconque de l'ensemble* M, *et soit* ε *une quantité positive arbitrairement petite. Alors il existe un nombre réel t, qui satisfait à l'inégalité*

$$|\log \zeta(\sigma_0 + it) - m| < \varepsilon.$$

D'après le théorème I, la détermination des valeurs, que prend la fonction $\log \zeta(s)$ sur la droite verticale $\sigma = \sigma_0 (> 1)$, est essentiellement rapportée à la détermination de l'ensemble $M(\sigma_0)$ des valeurs, que prend la série (1), où les φ_n sont *indépendants les uns des autres*. Cette dernière détermination se fait dans

2° *La partie géométrique*. — Considérons le terme général

$$(2)\qquad -\log(1 + p_n^{-\sigma_0} e^{i\varphi_n})$$

de la série (1). Si φ_n varie de 0 (incl.) à 2π (excl.) le nombre $1 + p_n^{-\sigma_0} e^{i\varphi_n}$ parcourt dans le plan complexe un cercle de rayon $p_n^{-\sigma_0}$ ayant son centre en 1. De là on conclut aisément que, φ_n variant de 0 à 2π, le nombre (2) parcourt une courbe convexe dans le plan complexe. La détermination de l'ensemble $M(\sigma_0)$ est ainsi rapportée au problème suivant : *L'addition de*

(¹) A cause de la convergence de la série à termes positifs $\Sigma[-\log(1 - p_n^{-\sigma_0})]$ la série (1) est convergente pour toute suite de nombres réels $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, \ldots$ (et même uniformément pour tous φ réels).

(²) Cette première partie du théorème I est une conséquence immédiate de la définition de l'ensemble $M(\sigma_0)$.

courbes convexes en nombre infini (¹). Dans un Mémoire récent (²), j'ai traité ce dernier problème d'une manière détaillée. En me servant des résultats de ce Mémoire, je déduis immédiatement le

Théorème II. — *L'ensemble* $M(\sigma_0)$ *de points dans le plan complexe est un domaine* $D(\sigma_0)$ *limité, selon la valeur du nombre fixe* $\sigma_0 > 1$, *ou par une seule courbe convexe* E *ou bien par deux courbes convexes* E *et* P, *où la courbe* P *est située à l'intérieur de la courbe* E.

Des théorèmes I et II on déduit immédiatement le théorème suivant assez remarquable :

Théorème III. — *Soit* $\sigma_0 > 1$, *il existe dans le plan complexe un domaine* $D = D(\sigma_0)$ *limité, selon la valeur de* σ_0, *ou d'une seule courbe convexe* E *ou bien de deux courbes convexes* E *et* P, P *étant intérieure à* E, *de sorte que :* (α) *pour tout t réel le nombre* $\log\zeta(\sigma_0 + it)$ *est situé dans le domaine* $D(\sigma_0)$, *et que* (β) *l'ensemble des valeurs de* $\log\zeta(\sigma_0 + it)$ $(-\infty < t < \infty)$ *est partout* dense *dans ce domaine* D (³).

3° *La partie analytique.* — Soit $\sigma_0 > 1$, je vais déterminer l'ensemble $N = N(\sigma_0)$ des valeurs n, que prend la fonction $\log\zeta(s)$ infiniment près de la droite verticale $\sigma = \sigma_0$ (⁴). Par une méthode fondée sur les théorèmes importants de la théorie moderne des fonctions analytiques (⁵), j'ai déduit le théorème suivant:

(¹) Soient $P_1, P_2, \ldots, P_n$ des ensembles, en nombre infini, de points dans le plan complexe, de sorte que p_n désignant l'élément général de l'ensemble P_n, toute série Σp_n est convergente. Alors nous entendons par la somme Σp_n l'ensemble de tous les points Σp_n.

(²) *Om Addition af uendelig mange konvekse Kurver* (*Kgl. Danske Vidensk. Selsk.*, 1912).

(³) D'ailleurs on peut aisément faire voir que pour σ_0 *assez grand*, c'est-à-dire pour $\sigma_0 > \sigma'$, le domaine D sera limité par *deux* courbes convexes E et P, tandis que pour σ_0 *assez rapproché de* 1, c'est-à-dire pour $1 < \sigma_0 < \sigma''$, le domaine D sera limité par *une seule* courbe convexe E. Encore on peut montrer sans peine *que*, K *étant un nombre positif arbitrairement grand, la courbe-limite* E *du domaine* D *contient, pour* σ_0 *assez rapproché de* 1, *c'est-à-dire pour* $1 < \sigma_0 < \sigma_1 = \sigma_1(K)$, *dans son intérieur un cercle de rayon* K *ayant son centre en* O.

(⁴) Par l'expression : la fonction $f(s)$ prend, infiniment près de la droite verticale $\sigma = \sigma_0$, la valeur n, j'entends que la fonction $f(s)$ prend la valeur n dans la bande $\sigma_0 - \delta < \sigma < \sigma_0 + \delta$, δ étant une quantité positive arbitrairement petite.

(⁵) Dans un Mémoire : *Ueber die Funktion* $\frac{\zeta'}{\zeta}(s)$ (qui paraîtra bientôt dans un

THÉORÈME IV. — *L'ensemble* $N(\sigma_0)$ *est* identique *à l'ensemble* $M(\sigma_0)$ *défini ci-dessus, c'est-à-dire l'ensemble* $N(\sigma_0)$ *de points dans le plan complexe est un domaine* D *limité ou par une seule ou par deux courbes convexes.*

Je finirai cette Note en remarquant que [considérant la note ([3]) (p. 1080)] on déduit immédiatement du théorème IV comme une conséquence très spéciale *que, pour tout* $\delta > 0$, *la fonction* $\log\zeta(s)$ *prend dans la bande* $1 < \sigma < 1 + \delta$ *une infinité de fois toute valeur.*

MÉCANIQUE. — *Distribution des déformations dans les métaux soumis à des efforts. Cas du plissement des tuyaux.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. L. Lecornu.

Si l'on prend un cylindre creux d'un métal plastique homogène et d'une épaisseur uniforme, un tronçon de tuyau limité par deux sections droites, et qu'on le comprime perpendiculairement à son axe entre les plateaux d'une presse, on sait qu'il se forme à l'une des extrémités, sans qu'il soit nécessaire de guider le métal par un mandrin ou tout autre procédé, un premier bourrelet auquel, successivement et un à un, viennent s'en ajouter d'autres jusqu'à ce que le tube soit plissé sur toute sa longueur ([1]).

On sait aussi que cette loi cesse d'être suivie quand une déformation accidentelle survient au départ ou pendant le cours de l'écrasement et produit un pli transversal interne ([2]).

Mais si ces phénomènes de plissement ont été décrits, l'explication, du moins à ma connaissance, n'en a pas été donnée.

Voici comment les choses se passent :

Sous l'influence de la compression, les génératrices se raccourcissent et le diamètre tend à augmenter. Mais, comme les deux bases du tube sont maintenues par leur frottement contre les surfaces d'appui des plateaux de la presse, l'augmentation du diamètre n'est pas uniforme sur toute la longueur. Le frottement qui gêne l'épanouissement des extrémités du tuyau donne à celles-ci une forme relativement étranglée et l'on voit apparaître, contre chacune des deux bases et sur chaque génératrice, une incurvation en arc de cercle. Celle de ces deux incurvations dont la résistance est la

---

autre recueil), j'ai employé cette même méthode pour traiter la fonction $\frac{\zeta'}{\zeta}(s)$.

([1]) *Engineering* du 10 janvier 1908, p. 38.

([2]) HANNOVER, *Congrès des méthodes d'essai*; Bruxelles, 1906. — HARTMANN, *Comptes rendus*, séance du 26 février 1912.

moindre, d'aussi peu que ce soit, continue seule à se déformer; sous l'effort de compression, les deux extrémités de l'arc se rapprochent l'une de l'autre et, tandis que l'arc compris entre elles se trouve aplati en bourrelet saillant, celle d'entre elles qui n'est pas gênée par le frottement contre le plateau de la presse est refoulée vers l'intérieur par réaction. Ainsi un tuyau, dont le diamètre primitif extérieur était de $40^{mm},5$, s'est gonflé à $65^{mm},5$ dans le plan de la base de ce bourrelet.

Tout est prêt dès lors pour la formation d'un second bourrelet. Et ce second bourrelet se produit au contact du premier et non à l'extrémité opposée, parce que l'effort maximum qui avait été nécessaire pour le produire est, en raison de la rétreinte, moindre que l'effort maximum qui avait été nécessaire pour la première déformation. C'est pourquoi le plissement par bourrelets successifs se continue, jusqu'à l'achèvement, à partir du bourrelet initial et non à partir des deux extrémités simultanément.

Quand, pour une raison quelconque, hétérogénéité du métal, irrégularité des formes géométriques, flambement, etc., il se produit un pli transversal interne, il se fait aux extrémités de ce pli deux bosses proéminentes, parce que l'arc est forcément plus long que la corde qui le sous-tend; ce pli et ces deux bosses sont l'origine de déformations consécutives qui peuvent avoir un aspect plus ou moins régulier ou se réduire à un écrasement informe suivant l'importance, la nature et la position de l'accident occasionnel.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le cycle de Joule*. Note de M. G. KŒNIGS.

1. Le cycle de Carnot offre la double propriété que le rendement thermodynamique y est fonction des seules températures extrêmes et que ce rendement est maximum à l'égard de tous ceux que peuvent donner les cycles évoluant entre les mêmes limites de température.

Il convient d'ajouter que ces propriétés sont indifférentes au choix du corps évoluant, en supposant que chacun des états de ce corps soit pleinement défini par la connaissance de deux des trois éléments : *pression*, *température*, *volume spécifique*.

Après Hirn, les mécaniciens ont adopté couramment la notion du *rendement générique*, qui est le rapport entre le rendement d'un cycle et celui du cycle de Carnot évoluant entre les mêmes limites de température. Cette notion, émise d'abord à propos des moteurs à vapeur, a été ultérieurement étendue, notamment par Witz, aux moteurs à combustion interne.

2. Cependant quelques mécaniciens ont fait la remarque que, dans les

moteurs de cette dernière catégorie, les pressions offrent une importance beaucoup plus grande que les températures et qu'il semblerait plus opportun de comparer le rendement d'un moteur à combustion interne à celui d'un cycle de Joule évoluant entre les mêmes limites de pression [1]. Cette substitution du cycle de Joule au cycle de Carnot est un bénéfice de l'hypothèse suivant laquelle le fluide évoluant dans un moteur à explosion est assimilable à de l'air chauffé ou, si l'on veut, à un gaz parfait.

Ce rôle particulier que l'on fait ainsi jouer au cycle de Joule soulève, dès lors, le problème général qui consiste à rechercher dans quelles conditions générales ce cycle est à même de se substituer au cycle de Carnot.

3. Il faut, en premier lieu, que *pour le corps évoluant*, le rendement d'un cycle de Joule ne soit fonction que des pressions extrêmes. Or, si $G(p, S)$ est le potentiel thermodynamique du corps rapporté aux variables p, S (*pression*, *entropie*), on trouve que G ne peut être quelconque, mais doit avoir la forme spéciale

$$G(p, S) = f(p)\, h(S) + g(p), \tag{1}$$

où $f(p)$ est une fonction positive et croissante de p, et $h(S)$ une fonction croissante de S.

Avec un tel potentiel thermodynamique, la chaleur interne U, la température absolue T et le volume spécifique v ont pour valeurs, $A = \frac{1}{E}$ étant l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur,

$$\left\{ \begin{aligned} &U = [f(p) - pf'(p)]\, h(S) + g(p) - pg'(p), \qquad T = f(p)\, h'(S), \\ &v = E[f'(p)\, h(S) + g'(p)], \end{aligned} \right. \tag{2}$$

tandis qu'on a pour rendement calorifique du cycle de Joule, entre les pressions p_0, $p_1 > p_0$,

$$\rho = 1 - \frac{f(p_0)}{f(p_1)}. \tag{3}$$

4. Quant à la propriété du maximum, elle a lieu d'elle-même, en ce sens que *pour un corps vérifiant les conditions précédentes*, le rendement de tout cycle évoluant entre les mêmes limites de pression que le cycle de Joule offre un rendement plus petit que ce dernier.

---

(1) Voir, par exemple, E. Carvallo, *Théorie des moteurs à gaz et à pétrole* (*Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, 15e cahier, 1911, p. 211).

5. En résumé, les conditions énoncées au paragraphe 3 sont nécessaires et suffisantes pour que, lorsqu'on se place au point de vue des pressions, au lieu de se placer au point de vue des températures, le cycle de Joule offre, par rapport au corps considéré, les mêmes propriétés qu'un cycle de Carnot. On voit par là que le cycle de Joule *pourrait* peut-être conserver son rôle, même si l'on renonçait à assimiler le mélange évoluant à un gaz parfait.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Écartement des particules dans le mouvement brownien. Formation des tourbillons.* Note de M. **Samuel Lifchitz**, présentée par M. Dastre.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, mars 1912), nous avons montré que le phénomène de Bjerknes est insuffisant pour expliquer l'écartement des particules de fumée sous l'influence de la décharge de condensateur. Il nous restait à chercher la confirmation de notre première hypothèse, à savoir trouver les tourbillons.

Pour l'étude du phénomène, nous avons employé la photographie sur une plaque immobile. La durée de pose était d'une fraction de seconde ($0^s,3 - 0^s,1$) et le mouvement brownien ne pouvait qu'élargir un peu l'image du point. L'obturateur s'ouvrait un peu avant la décharge et se fermait immédiatement après. De cette façon, le commencement du phénomène était nettement marqué sur la photographie.

Sur la figure 1 nous avons un schéma dessiné d'après la photographie de l'écartement.

Le nombre d'oscillations acoustiques était égal à 6,8 millions par seconde. La grande division de l'échelle représente $\frac{1}{10}$ de millimètre.

C'est l'image ordinaire du phénomène. Nous voyons ici les points restés immobiles et les centres des tourbillons imaginaires d'où les particules sont rejetées. Nous supposons que la vitesse rotatoire des tourbillons est si grande qu'ils ne peuvent pas amener dans leur mouvement les particules dont l'inertie est très grande ; ils les rejettent seulement.

Mais dans quelques photographies, obtenues avec une décharge du même nombre d'oscillations, on remarque quelques trajectoires de particules un peu courbées (*fig.* 2). Peut-être ce sont des particules plus petites entraînées en partie par le mouvement rotatoire.

En diminuant le nombre d'oscillations de la décharge nous avons obtenu

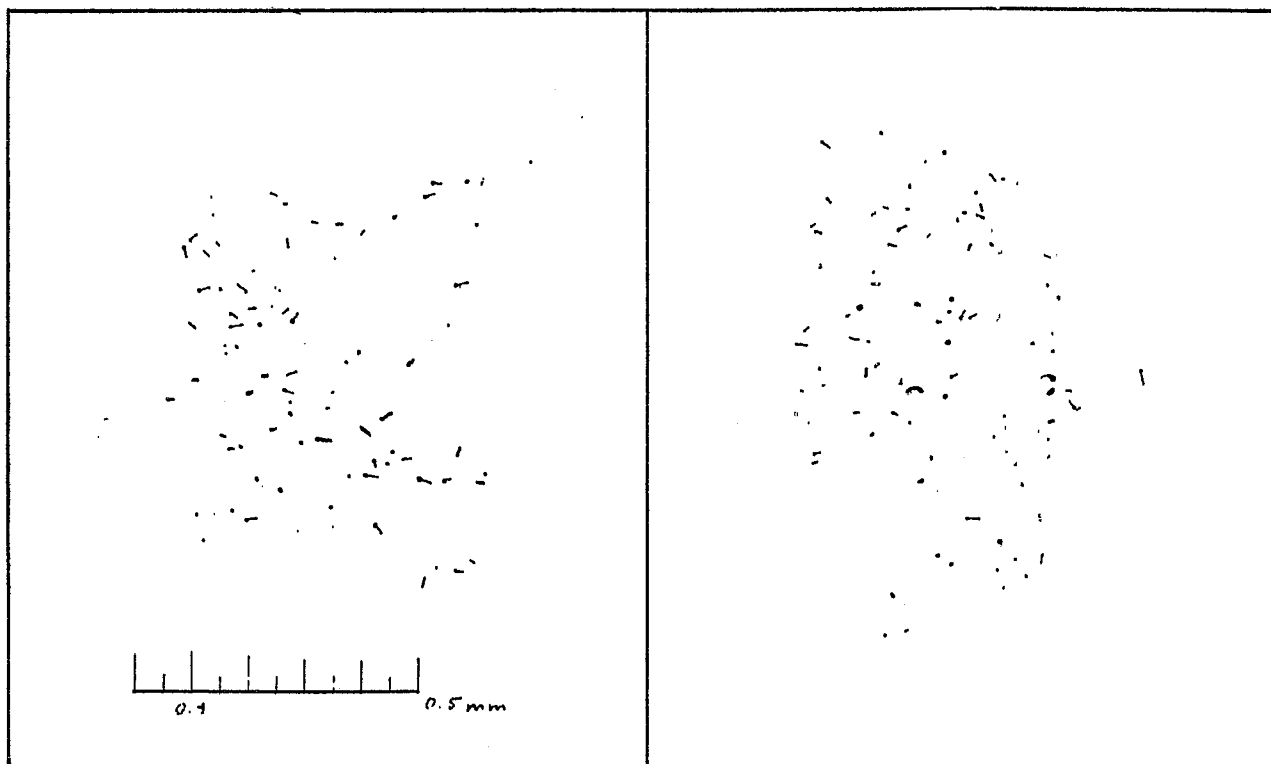


Fig. 1.

Fig. 2.

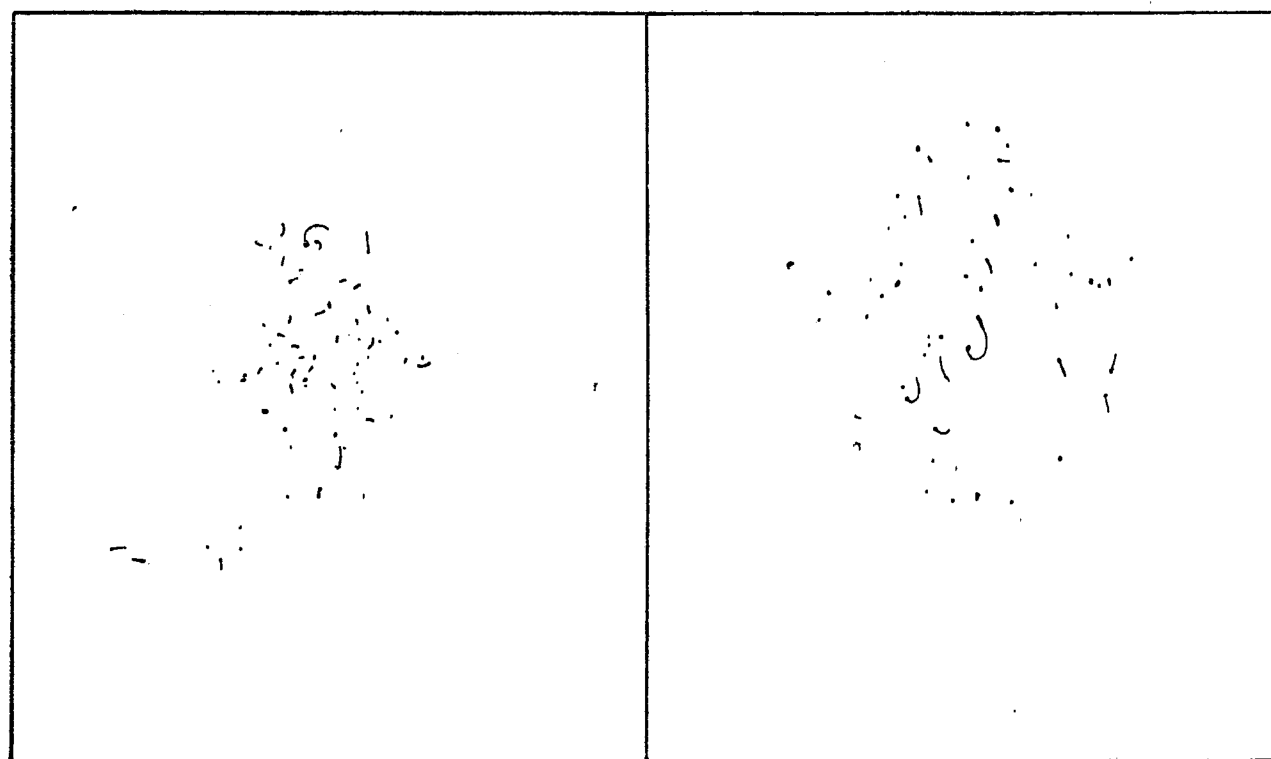


Fig. 3.

Fig. 4.

des photographies où les trajectoires sont de plus en plus courbées. La figure 3 présente la photographie obtenue avec la décharge de 1,2 millions d'oscillations acoustiques par seconde.

En même temps il fallait s'attendre à ce que les explosions, donnant un choc sonore très rapide, produisissent l'écartement des particules.

Mais, en général, les explosions produisent un déplacement de toute la masse de la fumée, de sorte qu'il est très difficile de constater s'il y a écartement ou non. Nous avons remarqué l'écartement dans le cas de l'explosion d'une quantité très petite de fulminate de mercure ($\frac{1}{2}$ milligramme).

La figure 4 présente le schéma de la photographie de ce cas. On voit d'après les traces des particules que la vitesse rotatoire est moins grande que dans le cas de la décharge de l'étincelle.

Conclusion. — Un choc sonore très rapide produit dans un gaz des tourbillons microscopiques, dont la vitesse rotatoire dépend de la période du choc.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organométalliques mixtes du zinc. Aldéhydes.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

J'ai montré, dans une Note antérieure, que les chlorures des acides α-acidoxylés réagissent sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc, pour fournir des cycloacétals. Il est facile de se rendre compte que cette réaction, appliquée aux chlorures des acides α-formoxylés, doit donner des cycloacétals dont le dédoublement hydrolytique conduirait à des aldéhydes. En partant du chlorure de l'acide formyllactique, par exemple, on aurait les réactions suivantes :

$$\begin{array}{l} CH^3-CH-COCl + R-ZnI = ZnICl + CH^3-CH \quad CO \\ \qquad\quad | \\ \qquad O-COH \end{array} \qquad \begin{array}{c} \\ O \quad\;\; O \\ CH-R \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CH^3-CH \quad CO \\ \quad O \qquad O \\ \quad\; CH-R \end{array} + H^2O = CH^3-CHOH-CO^2H + R-CHO.$$

J'ai vérifié expérimentalement qu'il en est bien ainsi, et ce procédé est

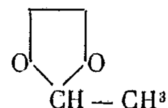
intéressant, au point de vue théorique, en ce qu'il constitue une méthode de synthèse des aldéhydes par fixation d'un groupement carboné quelconque, R, sur la fonction aldéhyde CHO. Pratiquement, les rendements, quoique assez satisfaisants, ne sont cependant pas suffisamment élevés pour que la méthode doive être préférée, sauf cas particuliers, à celles dont nous disposons aujourd'hui.

Mes essais ont porté sur la préparation du butanal en partant de l'acide lactique ou de l'acide α-oxyisobutyrique comme acide alcool.

La préparation des éthers formiques de ces deux acides constitue le point le plus délicat que présente ce procédé synthétique. Tous deux peuvent, cependant, être obtenus en traitant l'acide lactique ou l'acide oxyisobutyrique par un mélange d'acide formique et d'anhydride acétique, suivant le procédé de M. Béhal. Mais, pour éviter la formation simultanée d'éthers acétiques, qui seraient inséparables, il est indispensable d'employer un grand excès du mélange éthérifiant et, surtout, d'opérer à — 20°. Les acides formoxylés peuvent ensuite être isolés par fractionnement dans le vide, puis cristallisation. Le rendement atteint environ 60 pour 100. L'acide α-formoxypropionique cristallise dans le benzène en aiguilles. F : 78°. Eb_{13} : 120-121°. L'acide formoxyisobutyrique cristallise dans le même solvant en aiguilles ou en tables. F : 64°-65°. Eb_{15} : 125°-126°. Ces deux corps doivent être employés immédiatement, car ils se saponifient avec une extrême facilité au contact de l'air. Contrairement à ce que je supposais, leur transformation en chlorures d'acides ne présente aucune difficulté et peut être réalisée, avec un rendement presque théorique, à l'aide du chlorure de thionyle. Le chlorure formoxypropionique bout à 59° sous 10^{mm} et donne une anilide qui fond à 82°. Le chlorure formoxyisobutyrique bout à 53°,5-54° sous 14^{mm} et son anilide fond à 100°-101°. Ces deux chlorures ont été transformés en cycloacétals par action de l'iodure de zinc-*n*-propyle. La condensation doit être effectuée à — 20°, dans un mélange de glace et de sel. Après décomposition par l'eau, et élimination du solvant, on fractionne dans le vide. Dans le cas du chlorure d'α-formoxypropionyle, on obtient deux corps; le premier bout à 60° sous 19^{mm} et constitue le cycloacétal lactique de l'éthanal, le second passe à 82° sous 17^{mm} et n'est autre que le produit normal, c'est-à-dire le cycloacétal lactique du butanal. La formation du premier corps est due à la décomposition du chlorure d'acide avec élimination d'acide chlorhydrique et d'oxyde de carbone :



$$2\,CH^3 - CH(O - COH) - COCl = 2\,HCl + 3\,CO + CH^3 - CH\ \ CO$$



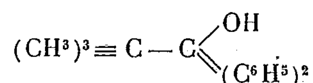
Dans le cas du chlorure de formoxyisobutyryle, cette décomposition ne se produit pas, et l'on obtient uniquement le cycloacétal oxyisobutyrique du butanal, liquide à odeur camphrée, bouillant à 84°-85° sous 20^{mm}. (Rendement : 75 pour 100.)

L'hydrolyse des deux cycloacétals se réalise très aisément par simple ébullition avec une solution aqueuse d'acide oxalique à 60 pour 100. On opère dans un appareil à colonne permettant de distiller l'aldhéyde à mesure qu'elle se forme. Le butanal obtenu est pur de premier jet et ne retient qu'un peu d'eau. Il bout à 72°-73° et a été identifié par transformation en semi-carbazone. Cette dernière cristallise bien dans l'eau, à 0°, ou dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole. Elle fond à 95°,5. Le rendement obtenu dans le dédoublement des cycloacétals atteint environ 80 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation du pseudobutyldiphénylcarbinol.* Note de Mme **Ramart-Lucas**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons vu, dans une précédente Communication (1), qu'en faisant réagir le bromure de phénylmagnésium sur la triméthylacétophénone, on obtient un alcool tertiaire de formule $C^{17}H^{20}O$ qui, déshydraté, donne un carbure en $C^{17}H^{18}$. L'étude de ces deux composés fera l'objet de la présente Note.

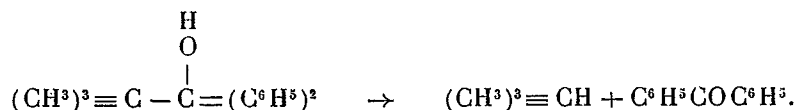
L'alcool tertiaire $C^{17}H^{20}O$ obtenu dans cette réaction, doit avoir la formule du diphényl-1.1-diméthyl-2.2-propanol-1 :



Il ne donne ni phényluréthane, ni éther benzoïque ou acétique; quand on essaie de préparer ces dérivés le carbinol se déshydrate. Le chlorure de thionyle réagit à froid sur cet alcool pour fournir, avec départ de SO^2, un chlorure parfaitement cristallisé, fondant à 72°-73°, et répondant à la formule $C^{17}H^{19}Cl$. Ce chlorure est le produit normal de la substitution de l'oxhydrile par un atome de chlore car, saponifié par de l'acétate d'argent, il régénère l'alcool dont on était parti et ce dernier, traité par $SOCl^2$, redonne le même chlorure. Nous n'avons donc pas de transposition moléculaire dans cette réaction. Soumis à l'ébullition à la pression ordinaire, le diphényl-1.1-diméthyl-2.2-propanol-1, se déshydrate facilement, et subit en même temps, en très petites proportions, un dédoublement en tri-

(1) Pauline Lucas, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1771.

méthylméthane et benzophénone suivant le schéma



La déshydratation s'opère beaucoup mieux et quantitativement par le mélange de chlorure d'acétyle et d'anhydride acétique, suivant les conditions que nous avons indiquées dans un Mémoire précédent. Lorsqu'on abandonne le mélange d'anhydride acétique, de chlorure d'acétyle et de carbinol à la température ordinaire pendant quelque temps, il se dépose une petite quantité de cristaux fondant à 109° et répondant à la formule $C^{17}H^{19}Cl$.

Étant donnée la formule de constitution que nous avons adoptée pour l'éther chlorhydrique fondant à 72°, on voit que ce nouveau chlorure, de point de fusion 109°, ne peut en être qu'un isomère de constitution et non un stéréoisomère. Ce chlorure, saponifié par KOH alcoolique, donne un carbure en $C^{17}H^{18}$ qui a le même point d'ébullition que le carbure de déshydratation de l'alcool; les rendements en chlorure étant très faibles, nous n'avons malheureusement pu en poursuivre l'étude.

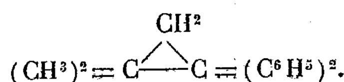
Oxydé par CrO^3 en milieu acétique, le carbinol nous a donné : de l'anhydride carbonique, de l'acétophénone et de la benzophénone.

Le carbure a été oxydé dans les mêmes conditions par la quantité de CrO^3 correspondant à 4^{at} d'oxygène par molécule. La réaction est vive et il se dégage CO^2. On étend le liquide avec de l'eau, on l'extrait à l'éther, et la partie éthérée est ensuite agitée avec du carbonate de soude, puis décantée. La solution alcaline, neutralisée par de l'acide sulfurique étendu, a fourni un acide qui, essoré et purifié par cristallisation dans l'éther, se présente sous la forme de fines aiguilles solubles dans l'éther, la ligroïne et l'alcool, très peu solubles dans l'eau bouillante, fondant à 173° et répondant à la formule brute $C^{17}H^{18}O^2$.

La solution éthérée neutre est décantée, séchée sur du carbonate de soude puis distillée. Il passe à 100°-105°, sous 10^{mm}, une petite quantité d'acétophénone que nous avons caractérisée par sa semi-carbazone fondant à 202°. Le thermomètre monte ensuite rapidement à 165° et, à 165°-170°, sous 11^{mm}, il passe une nouvelle portion beaucoup plus importante constituée par de la benzophénone que nous avons caractérisée par son oxime fondant à 140°. Nous avons recommencé plusieurs fois cette opération et

nous avons toujours trouvé de l'acétophénone parmi les produits d'oxydation.

En résumé, l'oxydation du carbure $C^{17}H^{18}$ nous a donné de l'acétophénone, de la benzophénone, de l'anhydride carbonique et un acide en $C^{17}H^{18}O^2$ fondant à 173°. La formation de benzophénone s'explique très bien si l'on admet dans le carbure la chaîne triméthylénique qui en ferait un diméthyl-1.1-diphényl-2.2-triméthylène



Par contre, pour expliquer la production de l'acétophénone, il faut déjà admettre que dans le diphényl-1.1-diméthyl-2.2-propanol-1 mis en œuvre, il se trouve une petite quantité d'un isomère ne possédant plus le groupement $C^6H^5C - C^6H^5$, mais le groupement $CH^3 - C - C^6H^5$.

Nous poursuivons actuellement l'étude de l'acide fondant à 173°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur les bromothiophènes.* Note de M. **Maurice Lanfry**, présentée par M. Haller.

Les mono-, di-, tri- et tétrabromothiophènes (sans distinction d'isomères) ont été traités, en solution acétique diluée et bouillante, par de l'eau oxygénée à diverses concentrations.

Dans ces conditions, le thiophène est transformé en *s*-oxythiophènes [1]. Ses dérivés bromés n'ont, au contraire, fourni que très peu ou pas du tout de produits oxygénés.

I. Le monobromothiophène est décomposé par l'eau oxygénée, même à faible dose ($0^g,25$ d'oxygène actif par gramme de monobromé). Une partie du brome est mis en liberté et réagit sur le reste du monobromé qu'il transforme en dibromé. Il y a en même temps destruction d'une autre partie du monobromé avec formation d'acide sulfurique.

Cette mise en liberté de brome est très facile à constater : les gouttes du dérivé bromé, qui retombent du réfrigérant ascendant dans le liquide bouillant et se rassemblent au fond, prennent une coloration de plus en plus rouge en y séjournant; si l'on isole ce liquide par décantation et qu'après un bon lavage, destiné à éliminer toute

(1) *Comptes rendus*, t. 153, p. 73.

trace d'acide et d'eau oxygénée, on l'agite avec une solution récente d'iodure de potassium, il la colore en jaune, et l'empois d'amidon y détermine une coloration bleue.

En distillant la liqueur d'oxydation, on isole un mélange de monobromé et de dibromé qu'on résout, par fractionnement, en ses deux constituants. Ils ont été identifiés par leur point d'ébullition, leur teneur en brome, et leur poids moléculaire. Le dibromé a cependant une odeur très voisine de celle des *s*-oxythiophènes; de plus il brunit un peu pendant la distillation, ce que ne fait pas le dibromé pur. Ces indices permettent de conclure à la présence de petites quantités de *s*-oxydérivés, entraînés avec le dibromé et trop peu abondants pour être isolés.

Traité par un excès de brome froid, sans fractionnement préalable, le mélange obtenu par distillation se transforme intégralement en tétrabromothiophène, fusible à 114°-115°.

On ne peut songer à transformer en dibromé la totalité du monobromé soumis à l'oxydation. En effet, en augmentant la proportion d'oxydant et la durée de l'opération, on détruit la majeure partie du produit. Une oxydation de 30 minutes avec 2000^{cm^3} d'oxygène actif par gramme suffit déjà pour brûler 60 pour 100 du monobromé soumis à l'expérience.

Il faut avoir soin de n'employer pour l'oxydation du monobromothiophène qu'une eau oxygénée privée d'acide chlorhydrique ou n'en contenant que très peu. L'eau oxygénée commerciale, surtout si on la concentre, dégage du chlore à l'ébullition, et ce chlore, déplaçant une partie du brome, donne naissance à des chlorothiophènes qu'il est ensuite impossible de séparer des thiophènes bromés si l'on ne dispose que de quelques grammes du mélange.

II. Le dibromothiophène est, lui aussi, partiellement décomposé avec mise en liberté de brome. Mais l'action est beaucoup moins accentuée qu'avec le monobromé. En distillant le produit on ne recueille que du dibromothiophène, dont l'odeur indique la présence de petites quantités de *s*-oxydérivés, trop minimes pour être isolées. Je n'ai pu déceler de thiophène tribromé.

III. Le tribromo- et le tétrabromothiophène ont résisté sans altération à l'action de l'eau oxygénée, bien que j'aie employé pour certains essais du perhydrol à 110^{vol} en quantité 70 fois supérieure à celle qui est théoriquement nécessaire pour fixer O^2 sur la molécule. C'est à peine si, dans ces conditions, 1 pour 100 du produit traité a été détruit avec formation de SO^4H^2. Il n'y a eu aucune fixation d'oxygène sur le noyau.

Ce qui ressort de ces expériences, c'est la grande stabilité qui confère au

noyau thiophénique, facile à détruire quand il est seul, la substitution de deux ou plusieurs hydrogènes par le brome, en même temps que l'empêchement apporté par cette substitution, même dans le cas où un seul hydrogène est remplacé, à la fixation d'oxygène sur le soufre du noyau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction des β-dicétones*. Note de M. **Édouard Bauer**, présentée par M. A. Haller.

Les sels de soude des β-dicétones possédant entre les deux groupes cétoniques un groupe CH^2 sont assez peu stables et se scindent très facilement en acide et cétone. Aussi les essais de réduction de ces cétones par le sodium n'ont guère été tentés, l'acétylacétone se dédoublant, même en présence d'amalgame de sodium, en acétate de soude et en acétone. La réduction par l'amalgame de sodium en milieu acide conduit seulement à l'hydracétylacétone (¹) $CH^3 - CHOH - CH^2 - CO - CH^3$. Pour arriver au glycol par cette méthode il faut faire l'opération en deux temps, réduire d'abord l'acétylacétone par l'amalgame de sodium en milieu acide, puis réduire l'hydracétylacétone ainsi obtenu par de l'amalgame de sodium en présence de gaz carbonique. L'opération est longue et les rendements laissent à désirer.

Nous avons essayé la réduction de ces cétones par l'alcool absolu et le sodium suivant la méthode que MM. Bouveault et Blanc ont appliquée à la réduction des éthers-sels. Les expériences ont porté sur l'acétylacétone, sur la benzoylacétone et sur le dibenzoylméthane.

1° *Réduction de l'acétylacétone*. — A une solution de 60^g d'acétylacétone dans 450^g d'alcool absolu contenu dans un ballon de 3^l muni d'un réfrigérant à reflux puissant, on ajoute rapidement 100^g de sodium bien décapé. Il se déclare bientôt une violente réaction. On agite de temps en temps pour diviser les globules de sodium fondu puis, vers la fin, on chauffe au bain métallique pour achever la dissolution du sodium. Le produit de réaction est légèrement coloré en jaune et tient en suspension de l'alcoolate de sodium. On ajoute alors progressivement de l'eau, l'alcoolate se précipite d'abord, puis rentre en solution. A ce moment on entraîne la majeure partie de l'alcool par un courant de vapeur d'eau et l'on extrait la solution à l'éther, ou mieux au chloroforme. On décante, on évapore le dissolvant et l'on distille sous pression réduite.

On obtient ainsi un liquide épais passant à 102°-103° sous 15^{mm} dont

(¹) A. Combes, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XII, 1887, p. 229. — A. Poray et Coschitz, *Jr. russ. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 1112.

l'analyse conduit à la formule $C^5H^{12}O^2$ du β-δ-dioxypentane. Les rendements sont de 72-75 pour 100 et il n'y a pas d'avantage à augmenter ou à diminuer la quantité de sodium mis en œuvre dans la réduction.

La réduction de l'acétylacétone par le sodium et l'alcool conduit donc au glycol et dans ces conditions le dédoublement de la dicétone en acide acétique et acétone est peu important.

2° *Réduction de la benzoylacétone.* — La réaction s'est faite dans les mêmes conditions que la précédente. 50g de benzoylacétone dissous dans 550g d'alcool absolu ont été réduits par 90g de sodium. Après avoir chassé l'alcool par un courant de vapeur d'eau on extrait à l'éther et l'on agite la solution éthérée avec une solution de carbonate de soude qui lui enlève de petites quantités d'acide benzoïque.

La solution neutre est ensuite distillée sous pression réduite. Après plusieurs rectifications on obtient les fractions suivantes :

I. 63°-64°, sous 11mm, 4g d'un liquide très mobile.

II. 119°-122°, sous 13mm, 5g d'un liquide plus épais.

III. 168°-169°, sous 13mm, 26g d'un liquide très épais.

La fraction I distille à la pression ordinaire de 165°-168° et répond à la formule $C^6H^{12}O^2$. Traitée par du chlorhydrate d'hydroxylamine elle donne une oxime $C^6H^{13}O^2N$, liquide, très épais, insoluble dans l'éther de pétrole, soluble dans l'éther, qui par l'action de l'isocyanate de phényle se transforme en une carbanilidoxime soluble dans l'éther et cristallisant au sein de l'alcool méthylique aqueux en gros prismes fondant à 104°-105° et répondant à la formule $C^{13}H^{18}O^3N^2 + H^2O$. Cette même carbanilidoxime a été obtenue en partant de l'oxime de l'aldol de l'acétone (diacétonalcool). Ce qui nous montre que la fraction I est constituée par l'aldol de l'acétone $(CH^3)^2.COH.CH^2.CO.CH^3$.

La fraction II répond à la formule $C^{10}H^{14}O$ et donne une phényluréthane $C^{17}H^{19}O^2N$ insoluble dans l'éther de pétrole, soluble dans l'éther et l'alcool et fondant à 113°. Cette phényluréthane a été identifiée avec la phényluréthane de l'α-phényl-γ-oxybutane obtenue par l'action de l'isocyanate de phényle sur le produit de réduction de la benzylacétone.

La fraction III répond à la formule $C^{10}H^{14}O^2$ de l'α-phényl-α-γ-dioxybutane (1). Les rendements en glycol pur sont de 55 pour 100.

La réduction de la benzoylacétone ne s'arrête donc pas uniquement à la formation du glycol correspondant, mais va plus loin, le groupe CO voisin du radical phényl se réduisant en CH^2.

(1) Ce glycol a déjà été préparé par M. A. Franke et M. Kohn par l'action du bromure de phénylmagnésium sur l'aldol éthylique (B. 27, p. 4730).

3° *Réduction du dibenzoylméthane.* — 50g de dibenzoylméthane en dissolution dans 550g d'alcool absolu ont été réduits par 55g de sodium. Il se précipite, au début, un dérivé sodé qui se redissout peu à peu et à la fin de la réaction on a une liqueur limpide légèrement brune. En traitant comme plus haut, on isole une certaine quantité d'acide benzoïque et une portion neutre que nous avons fractionnée sous pression réduite. De 160°-188° sous 13mm passent des produits de tête dont nous n'avons pu isoler un corps défini. De 189°-191° sous la même pression passe le produit principal de la réaction (20g), enfin de 191°-210° avec un arrêt vers 199°-201° on obtient un liquide assez épais. Il ne reste pas de résidu au fond du ballon.

La fraction 189°-191° répond à la formule $C^{15}H^{16}O$. C'est un liquide assez mobile qui, oxydé par de l'acide chromique en milieu acétique, nous a donné une cétone $C^{15}H^{14}O$ fondant à 72° que nous avons identifié avec de la benzylacétophénone, ce qui assigne au composé $C^{15}H^{16}O$ la formule de l'$\alpha\gamma$-diphényl α-oxypropane $C^6H^5-CH^2-CH^2-CHOH-C^6H^5$.

L'analyse de la fraction 199°-202° (C pour 100, 84,4; H pour 100, 7,27) semble indiquer que ce liquide doit provenir de la réduction d'un produit de condensation de l'acétophénone (probablement de la dypnone partiellement réduite).

La réduction du dibenzoylméthane ne conduit donc pas au glycol correspondant, mais à un produit d'hydrogénation plus avancé, l'une des fonctions cétoniques se réduisant en CH^2.

Il est intéressant de remarquer que cette facilité de réduction du groupe CO en CH^2 augmente avec l'introduction de radicaux phénylés.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur la houille.* Note (1) de M. A. **Wahl**, présentée par M. A. Haller.

On s'explique les différences qu'on rencontre dans les propriétés des houilles, en admettant que les substances organiques qui composent ces combustibles ne sont pas toujours identiques, ou bien qu'elles s'y trouvent associées suivant des proportions différentes.

Jusqu'ici, la nature intime de la houille nous échappe; la connaissance précise de sa composition immédiate présenterait cependant un puissant intérêt. En effet, non seulement elle permettrait de mieux comprendre les réactions pyrogénées de la cokéfaction, mais, de plus, elle contribuerait certainement à éclairer le mécanisme de la transformation de la matière

(1) Présentée dans la séance du 1er avril 1912.

végétale, d'où la houille tire son origine. Enfin elle fournirait sans doute d'intéressantes données pour la classification des charbons naturels.

On s'est déjà beaucoup préoccupé d'isoler certains constituants de la houille, en traitant celle-ci par des dissolvants volatils. En général, la faible quantité de substance ainsi extraite, n'a été ni caractérisée, ni même analysée. Cependant, Manouschek et Donath (1) ont cru avoir caractérisé de l'anthracène dans une houille grasse, et, plus récemment, Pictet et Ramseyer (2) ont retiré d'une houille de la Loire, environ 0,1 pour 100 d'un hydrocarbure $C^{13}H^{16}$ qui paraît être de l'hexahydrofluorène. Il y a quelques années, Bedson (3) a signalé que la pyridine permet d'extraire de la houille 20 pour 100 et même jusqu'à 30 pour 100 de principes solubles. J'ai pensé que cette méthode d'épuisement pourrait peut-être convenir à l'étude des constituants de la houille, et, avec l'assentiment de M. Bedson, j'ai entrepris quelques essais préliminaires qui m'ont conduit à des observations intéressantes.

Mode opératoire. — Les houilles pulvérisées, tamisées et séchées dans le vide, sont épuisées avec de la pyridine dans un Soxhlet. Pour éviter l'obstruction qui résulte du gonflement considérable de certaines houilles au contact du dissolvant, la matière doit être diluée dans une substance inerte. Au lieu de sable, j'emploie un sel anhydre, insoluble dans la pyridine, mais soluble dans l'eau ($NaCl$, K^2SO^4) et qu'il est, par suite, facile d'éliminer ultérieurement. Cet artifice permet de faire l'étude des propriétés de la houille après complet épuisement. La solution pyridique brune est filtrée, concentrée dans le vide, puis versée dans HCl, dilué à $\frac{1}{1}$ et bouillant; il se précipite un produit amorphe qui est lavé et séché.

Voici quelques résultats obtenus avec des houilles de différentes provenances :

Provenance de la houille.	Matières volatiles (4).	Extrait pyridique pour 100.	Matières volatiles après épuisement.	Différences.
Houille de Béthune. Fosse 11	35,09	20,3	31,48	—3,61
» Frankenholtz, couche X	40,83	19,7	35,80	—5,03
» » » XI	43,88	19,0	39,04	—4,84
» » » XII	41,44	18,0	38,08	—3,36
» de Lens. Fosse 3	35,97	25,9	32,24	—3,73
Lignite d'Espagne	46,49	22,9	40,68	—5,81
Boghead	55,21	6,45	54,38	—0,83
Houille de Lens. Fosse 7	13.96	traces	14,32	+0,36
» » » 8	21,76	0,45	22,75	+0,99
Anthracite belge	9,00	nul		

(1) MANOUSCHEK et DONATH, *Chemiker Zeit.*, 1908, p. 1271.

(2) PICTET et RAMSEYER, *D. chem. G.*, t. XLIV, 1911, p. 2486.

(3) BEDSON, *Journ. Soc. chem. Industry*, t. XXVII, 1908, p. 147.

(4) Ces nombres représentent la moyenne de plusieurs expériences concordantes et ils sont toujours rapportés à la matière sèche et exempte de cendres.

Ainsi les houilles maigres et anthraciteuses, dont la teneur en produits volatils est faible, sont aussi celles qui donnent le plus faible extrait pyridique. Pour les autres, il ne semble pas y avoir de relation directe entre ces deux propriétés; cela est particulièrement frappant pour le boghead.

Houilles épuisées. — Après épuisement les houilles sont lavées avec HCl étendu $\left(\frac{1}{1}\right)$ et bouillant, mais, même après 5 ou 6 traitements suivis de lavages à l'eau bouillante, elles renferment encore des traces de pyridine.

Pour examiner l'effet de l'épuisement sur les propriétés des houilles, ces échantillons, séchés dans le vide, ont été soumis à l'essai pour coke. D'une manière générale, le taux de matières volatiles a peu diminué (*voir* le Tableau). On constate même pour les deux derniers échantillons une faible augmentation des matières volatiles. Or ce sont précisément les houilles dont l'extrait pyridique est sensiblement nul et l'augmentation, qui provient du dissolvant resté fixé, nous fournit la mesure de l'erreur commise, de ce fait, dans les déterminations. Cette erreur est d'ailleurs très faible.

Le pouvoir agglomérant n'a pas disparu, mais le coke est plus compact, plus foncé et beaucoup moins volumineux que celui fourni par la houille primitive. Au contraire, les produits extraits par la pyridine donnent un coke extrêmement boursouflé et, en mélangeant l'extrait avec le résidu de l'épuisement dans les proportions où ils se trouvaient dans le charbon primitif, on régénère ce dernier avec des propriétés cokéfiantes (Bedson, Donath).

Extrait pyridique. — C'est une poudre amorphe, brune, insoluble dans l'eau, les alcalis et les acides, sauf l'acide azotique fumant qui en même temps produit une oxydation plus ou moins profonde. La solution nitrique, brune, précipite par l'eau et donne une substance brune, ressemblant au produit primitif, mais qui semble cependant différent. L'extrait pyridique se dissout partiellement dans les dissolvants organiques en donnant des liqueurs jaunes ou brunes douées d'une fluorescence intense. Voici la composition élémentaire d'un extrait, comparée à celle de la houille primitive :

Provenance.	C.	H.	N.	S.	O.
Béthune (échantillon moyen).....	85,95	5,55	1,18	0,76	6,56
Extrait pyridique...............	85,55	6,09	1,41	0,53	6,42

L'extrait de la houille dont il provient renferme les mêmes éléments et, sauf pour l'hydrogène, dans des proportions très voisines.

L'épuisement, qui enlève à la houille 20 pour 100 de substances solubles ne modifie pas sensiblement la composition comme le montrent les nombres suivants :

Provenance.	C.	H.	$\frac{C}{H}$.
Houille Béthune, fosse 11	85,95	5,49	15,5
La même après épuisement	84,66	5,23	16,1

Ainsi, le résidu, après épuisement est encore remarquablement riche en hydrogène. Ce résidu donne, avec l'acide azotique fumant, une liqueur brune qui, par dilution, fournit un abondant précipité brun. C'est là une réaction que donnent également les houilles maigres et les anthracites.

L'étude de ces diverses réactions se poursuit.

BOTANIQUE. — *Les phénomènes de la cinèse somatique dans le méristème radiculaire de quelques Polypodiacées.* Note de M. **R. de Litardière**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Je me suis proposé d'effectuer des recherches approfondies sur la cytologie des Fougères qui n'a encore fait l'objet que de rares travaux; cette Note est le résumé de mes premières observations sur la division du noyau dans les méristèmes radiculaires des *Pteris multifida* Poir., *Asplenium bulbiferum* Forst., *Adiantum cuneatum* Langsd. et Fisch., *Dryopteris Filix-mas* var. *crenata* (Milde).

Le noyau quiescent du *Pteris multifida* observé dans la zone de division active montre un réseau chromatique, et ordinairement un gros nucléole ($0^{\mu},5$ de diamètre au maximum) qui en est séparé par une large lacune. On distingue, dans le réseau, des granulations plus colorées formées en particulier par des renflements nodaux, mais aucun fait n'autorise à considérer le réseau nucléaire comme formé de deux constituants, la linine et la chromatine, et, conformément à l'opinion de Grégoire, cette dernière semble composer à elle seule toute la substance du réseau. Souvent on trouve deux et même trois nucléoles; ils sont arrondis, quelquefois ovalaires, présentant parfois un étranglement médian. Avec la coloration de Flemming, la partie centrale du nucléole paraît nettement plus claire que la périphérie ; celle-ci est violette, tandis que le centre est rouge violacé. La partie périphérique, comme le pensait Berghs pour les *Marsilia*, serait donc seule imprégnée de substance chromatophile, le centre étant achromatophile, ce qui est du

reste conforme aux vues de Cavara et de Wager. En outre, au centre, on distingue de très petites vacuoles ($0^{\mu},6$) en nombre (de 2 à 6) et en position variables. Dans la coiffe, où les noyaux sont plus petits, le ou les nucléoles le sont également (3^{μ} en moyenne), mais le réseau est relativement plus développé. Les cellules procambiales montrent un noyau très allongé avec les nucléoles arrondis très petits.

Au début de la prophase, la chromatine devient de plus en plus apparente dans certains tractus du réseau, ce qui tend à produire des cordons d'épaisseur uniforme, qui s'épaississent par disparition des anastomoses; c'est le premier stade des chromosomes somatiques. Cette formation est analogue à celle indiquée par Yamanouchi pour l'*Osmunda cinnamomea* (1910). A aucun moment, je n'ai observé un spirème continu, comme le même auteur le décrivait pour le *Nephrodium molle* (1908). Durant la prophase, les nucléoles présentent assez souvent des formes irrégulières, bourgeonnantes, début de leur dégénérescence, mais ils ont toujours une grande affinité pour les colorants, contrairement à ce qui a été observé par Berghs chez les *Marsilia*. La division longitudinale, très souvent difficile à observer, se produit après la disparition de la membrane nucléaire, un peu avant la métaphase; elle débute par la formation d'une sorte de vacuole dans l'axe chromosomique, ainsi que Grégoire et Wygaerts l'ont décrit chez le *Trillium*. A la métaphase, les chromosomes sont assez allongés, un peu courbes à leur extrémité équatoriale. A ce moment, on observe la disparition progressive de la substance nucléolaire qui ne se manifeste plus que par des gouttelettes irrégulières dans le fuseau et dans le cytoplasme. Les chromosomes subissent un raccourcissement graduel durant l'anaphase et deviennent complètement droits; lorsqu'ils sont prêts à atteindre les pôles, il est assez facile, sur une section transversale, d'en effectuer la numération. J'en ai compté 52, chiffre bien différent de celui donné par Calkins (120-130) pour le *Pteris tremula*. Arrivés aux pôles, les chromosomes se groupent en une masse compacte (tassement polaire de Grégoire), montrant encore nettement leur individualité, surtout par leurs extrémités équatoriales saillantes. Les bâtonnets s'écartent ensuite les uns des autres au milieu de l'enchylème de la cavité nucléaire-fille qui se forme et présentent des anastomoses. Je n'ai jamais observé une alvéolisation des chromosomes d'où résultent des réseaux élémentaires comme l'ont décrit Grégoire (Monocotylédones) et Yamanouchi (Fougères), mais, par un phénomène inverse de la concentration prophasique, les cordons chromosomiques émettent entre eux des anastomoses, et il se produit ainsi gra-

duellement, jusqu'au stade quiescent, une dispersion de la substance chromatique. Les phénomènes se passent donc comme Martins Mano l'a observé chez les *Phaseolus* et les *Solanum*. Les nucléoles apparaissent de très bonne heure dans les espaces interchromosomiques et montrent dès le début les petites vacuoles, ce qui indiquerait, contrairement aux observations de Wager chez les *Phaseolus*, que les vacuoles nucléolaires ne seraient point un indice de dégénérescence. Pendant ce temps, il se forme une nouvelle membrane nucléaire et le noyau, au début biconvexe, grossit et devient à peu près sphérique; à l'équateur du fuseau, durant la télophase, on voit apparaître une fine ligne de granules, premier stade de formation de la membrane cellulaire. La division du noyau est terminée.

Chez l'*Asplenium bulbiferum*, le noyau au repos montre 1, 2, 3, parfois 4 nucléoles; ces nucléoles sont moins gros que chez le *Pteris multifida*, les plus volumineux ayant de 3^{μ} à 4^{μ} de diamètre; quelquefois il n'y a qu'une seule vacuole centrale ($0^{\mu},6$ à $1^{\mu},18$). Les phénomènes prophasiques sont identiques; à un stade un peu antérieur à la métaphase, on observe les chromosomes allongés en S et très serrés. Le nombre des chromosomes est d'environ 64.

L'*Adiantum cuneatum* présente des noyaux à 1, 2, 3 nucléoles dont les plus gros ont $4^{\mu},5$ de diamètre, malgré les dimensions plus réduites du noyau que chez l'*Asplenium bulbiferum*. Les phénomènes cinétiques se passent comme chez le *Pteris* et l'*Asplenium*. Les chromosomes sont serrés et nombreux (environ 64). Calkins donnait le chiffre de 120-130.

Les noyaux du *Dryopteris Filis-mas* (var. *crenata*) possèdent en général 2, 3, 4, parfois 5 nucléoles, d'un diamètre d'environ $3^{\mu},6$, sauf quelques-uns situés surtout dans la région inférieure du cylindre central qui ont ordinairement un seul nucléole bien plus gros (6^{μ}). Plusieurs numérations de champs polaires m'ont donné des chiffres variant entre 72 et 76 chromosomes. Farmer et Miss Digby (1907) citaient pour le *Lastrea pseudo-mas* (*Dryopteris Filis-mas* var. *Borreri*) un nombre de 144.

Chez ces trois espèces les lacunes périnucléolaires sont moins développées que chez le *Pteris multifida* et très souvent les nucléoles sont en contact intime avec le réseau. La zone chromatophile du nucléole semble aussi plus réduite que dans le premier.

En résumé, les phénomènes de la cinèse somatique de ces divers types de Polypodiacées se rapprochent beaucoup de ceux qui ont été décrits chez certaines Dicotylédones; ils se distinguent de ceux dits *Marsilia* par les affinités chromatiques différentes que les nucléoles et la substance chromatique présentent aux divers stades de la division chez ces plantes. Le nombre des chromosomes est aussi, comme je l'ai constaté, bien moins considérable que ne l'indiquent certains auteurs qui ont peut être fait leurs

numérations à la fin de la prophase alors que les chromosomes déjà dédoublés n'ont pas commencé à s'orienter vers les pôles, ce qui expliquerait qu'ils aient trouvé des nombres sensiblement doubles de ceux que j'ai observés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nutrition carbonée des Phanérogames à l'aide de quelques acides organiques et de leurs sels potassiques.* Note de M. **Ravin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les recherches de J. Laurent, Mazé et Molliard sur l'assimiliation des sucres chez les végétaux supérieurs, en produisant leur absorption par les racines dans des conditions rigoureusement aseptiques, m'ont suggéré l'idée de m'assurer, par une méthode analogue, si les acides organiques, tout au moins ceux qu'on rencontre le plus habituellement, peuvent avoir un rôle nutritif.

Aucun travail d'ensemble n'a été entrepris sur cette question de physiologie végétale, surtout en utilisant la technique des cultures pures, la seule qui, en pareil cas, soit à l'abri de toute critique.

Je dois pourtant mentionner la Note à l'Académie de Mlle Promsy ([1]), qui nous a appris que les acides organiques « accéléraient la germination tant au point de vue des dimensions qu'au point de vue du poids des plantules ».

Toutes mes cultures pures, environ 300, ont été faites avec le Radis (*Raphanus sativus*, L.) variété ronde, rose à bout blanc, en présence de Knop additionné des acides malique, tartrique, citrique, succinique et oxalique. Pour ce dernier, afin d'éviter sa précipitation, un milieu spécial, dans lequel la chaux se trouvait à l'état de phosphate tribasique, a été utilisé.

Les concentrations des solutions acides étaient, dans une première série d'expériences, le $\frac{1}{100}$ des poids moléculaires par litre, et, dans une seconde le $\frac{1}{50}$ ([2]), sauf pour les acides citrique et oxalique, dont les doses étaient respectivement les $\frac{2}{3}$ et le double des précédentes ([3]). Et cela, dans le but d'offrir à la plante une quantité de

([1]) Promsy, *De l'influence de l'acidité sur la germination* (*Comptes rendus*, février 1911).

([2]) A cette dose l'acide tartrique s'est montré légèrement toxique.

([3]) En fait, les solutions oxaliques au $\frac{1}{50}$ et au $\frac{1}{25}$ du poids moléculaire ont été mortelles pour les plantules : le développement n'a pu s'effectuer qu'à partir des solutions au $\frac{1}{100}$ du poids moléculaire, c'est-à-dire $1^g,26$ pour 100.

carbone rigoureusement égale, sous forme des acides organiques précités. Ceux-ci, se trouvant ainsi, pour la plupart, à des dilutions équimoléculaires, il s'ensuivait que, dans chaque série d'expériences, les pressions osmotiques étaient les mêmes et les acidités équivalentes, conditions physico-chimiques importantes à considérer dans de telles recherches.

Comme type de comparaison, j'ai choisi les développements obtenus dans du Knop seul.

J'ai cru intéressant d'étudier également l'action des combinaisons potassiques, acides et neutres, de ces mêmes corps ternaires, qui, comme on sait, coexistent souvent dans le suc cellulaire végétal.

Et, afin de me rendre compte, aussi exactement que possible, de l'influence de cet apport potassique, j'ai constitué des milieux témoins avec du Knop renfermant des quantités égales de potassium à l'état de chlorure et de sulfate. Disons de suite, afin de ne plus y revenir, que ces sels minéraux se sont montrés beaucoup moins utilisables que les sels organiques correspondants, ce qui prouve que l'action bienfaisante de ces derniers sur le végétal est due surtout au radical acide.

De plus, j'ai voulu éviter l'intervention possible de la fonction chlorophyllienne, normale ou accrue par le fait seul de la présence d'acide dans l'augmentation du poids sec des plantes en expérience. Aussi, pour bien mettre en évidence l'action revenant uniquement aux acides absorbés par le système radiculaire [1], j'ai entrepris aussi des cultures en atmosphère confinée. Dans ces conditions, les plantes privées d'acide carbonique de l'air n'ont eu à leur disposition que celui qu'elles ont rejeté elles-mêmes et dont la décomposition ultérieure ne pouvait augmenter leur poids sec, comme l'a d'ailleurs montré M. Molliard.

Les graines de Radis, choisies avec la balance de précision, avaient des poids égaux, à 1^{mg} près. Leurs plantules, desséchées, se trouvaient ainsi avoir entre elles un écart maximum de poids de $0^{g},3$, déterminé sur une dizaine d'échantillons pris au hasard. On pouvait donc, à $0^{g},3$ près, connaître le gain réel en poids sec des radis lors de leur récolte ; ce poids a atteint $0^{g},80$ avec l'acide malique, c'est-à-dire huit fois le poids de la plantule, tandis qu'il n'était que de quatre fois pour le témoin. J'ai établi, d'autre part, les rapports qui existent entre les poids frais, les poids secs, le poids des cendres, etc., des pieds développés en milieux acides et ceux des pieds témoins. Ce sont les limites de variation de ces rapports pour les dif-

(1) La présence des acides dans les tissus de la plante a été surtout très nettement décelée pour l'acide tartrique, au moyen du réactif si sensible de Denigès. La quantité était plus forte dans la racine et la tige que dans les feuilles.

férents acides et pour leurs combinaisons potassiques que j'indique ici ; ces nombres sont relatifs à des cultures d'une durée de trois mois environ (du 1er juin au 23 septembre 1911) :

Rapports aux poids frais en milieu témoin des poids frais en milieu :

	Air libre.	Air confiné.
acide	de 1,2 à 1,5	de 1,4 à 2,6
à sels acides de K	de 1,1 à 1,3	de 1,6 à 2,4
à sels neutres	de 1 à 1,2	de 1,2 à 1,9

Rapports aux poids secs en milieu témoin des poids secs en milieu :

	Air libre.	Air confiné.
acide	de 1,4 à 2	de 1,8 à 3,4
à sels acides de K	de 1,2 à 1,7	de 1,5 à 3
à sels neutres	de 1,1 à 1,5	de 1,8 à 2,4

Rapports aux cendres en milieu témoin des cendres en milieu :

	Air libre.	Air confiné.
acide	de 1,3 à 1,5	de 2,5 à 5
à sels acides de K	de 1,3 à 1,8	de 2,8 à 4,5
à sels neutres	de 1,4 à 1,7	de 2,4 à 4,4

Rapports à l'acidité relative des feuilles, par gramme de poids frais (1), *en milieu témoin de l'acidité en milieu :*

	Air libre.	Air confiné.
acide	de 1,1 à 1,6	de 1 à 1,6
à sels acides de K	de 1 à 1,4	de 0,6 à 1,2
à sels neutres	de 0,8 à 1,3	de 0,6 à 0,8

Rapports à l'acidité combinée des plants, par gramme de poids frais (2), *en milieu témoin de l'acidité en milieu :*

	Air libre.	Air confiné.
acide	de 1,1 à 1,4	de 0,4 à 0,8
à sels acides de K	de 0,9 à 1,3	de 0,5 à 0,9
à sels neutres	de 1,3 à 1,7	de 0,5 à 0,8

Les quotients respiratoires ont été trouvés partout augmentés : par exemple, de 0,57 pour la plante témoin, il a atteint 0,95 en moyenne, et même a dépassé quelquefois l'unité. Par contre, les intensités respiratoires ont été toujours diminuées.

J'ai également analysé l'atmosphère confinée au moment de la récolte : dans tous les tubes à culture, elle était privée d'acide carbonique, mais enrichie en oxygène, dont la proportion s'est élevée jusqu'à 24,76 pour 100, sauf dans les tubes témoins où elle n'avait pas varié.

Des résultats obtenus, je puis donc tirer les conclusions générales suivantes :

(1) C'est-à-dire l'acidité libre et demi-combinée.

(2) C'est-à-dire celle des acides combinés à l'état de sels neutres.

1° Les acides organiques malique, tartrique, citrique, succinique et oxalique, c'est-à-dire ceux qui se rencontrent le plus communément dans les plantes vertes ainsi que leurs sels potassiques, sont absorbés par le système radiculaire ;

2° Ils sont assimilés ;

3° Ces acides sont plus nutritifs que leurs sels acides de potassium et ceux-ci plus que leurs sels neutres.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Déplacement par l'eau des substances nutritives contenues dans les graines.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai examiné (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1497) la vitesse avec laquelle les principaux constituants nutritifs des tubercules de pommes de terre, azote, acide phosphorique, potasse, s'éliminent lorsque l'organe est plongé dans l'eau distillée. Au bout de plusieurs mois, ces tubercules abandonnent la presque totalité de la potasse qu'ils contiennent, ce qui semble démontrer que cette base n'est engagée en combinaison que sous la forme de sels minéraux ou organiques. L'acide phosphorique, après 13 mois et demi d'immersion, avait quitté les tubercules dans la proportion de 65,55 pour 100; l'azote dans la proportion de 54,67 pour 100. Il faut en conclure que la fraction de l'azote qui reste dans les tubercules s'y rencontre sous une forme protéique non diffusible; l'acide phosphorique qui l'accompagne, en quantité encore notable, est engagé dans des combinaisons complexes dont l'hydrolyse est extrêmement lente.

On connaît l'analogie du tubercule et de la graine, ces deux organes renferment les mêmes matières nutritives sous des proportions parfois très voisines. La différence fondamentale qui sépare les tubercules des graines réside dans leur degré d'hydratation ; les tubercules pouvant germer spontanément puisqu'ils renferment environ 80 pour 100 de leur poids d'eau, les graines étant incapables de germer puisqu'elles ne contiennent, en général, que de 10 à 13 pour 100 d'eau.

I. Je me suis proposé d'étudier la vitesse avec laquelle l'azote, l'acide phosphorique et la potasse exosmosent à la température ordinaire hors de certaines graines immergées dans l'eau distillée rendue aseptique par l'addition de quelques gouttes de formol, et de comparer les résultats obtenus

avec ceux que m'avaient fournis les tubercules de pommes de terre. Mes essais ont porté sur des graines de blé de mars et de haricots blancs.

J'ai pris 206g,2 de grains de blé (représentant 175g,74 de matière séchée à 110°) que j'ai immergés dans l'eau distillée. L'expérience a duré 281 jours. A certains intervalles, j'ai analysé la totalité du liquide qui a été remplacé aussitôt par de nouvelle eau distillée. Voici le résultat d'une expérience :

	Azote.	PO^4H^3.	K^2O.
	g	g	g
Poids de la substance ayant passé dans l'eau.......	0,1409	1,4893	0,9321
Poids de substance restant dans les graines après expérience..................................	3,8082	0,3824	0,0073
Total..........	3,9491	1,8717	0,9394
Quantité de substance éliminée pour 100 de la quantité totale..................................	3,56	79,57	99,22

Au bout de 27 jours, c'est-à-dire au bout du $\frac{1}{10}$ du temps de l'immersion totale, les $\frac{2}{3}$ de la potasse, soit 67,41 pour 100, la moitié de l'acide phosphorique, soit 38,20 pour 100, et les $\frac{2}{3}$ environ de l'azote, soit 2,09 pour 100 avaient abandonné les graines. Après 125 jours, l'élimination des substances ci-dessus était presque aussi complète qu'après 281 jours. Si l'on admet que les $\frac{4}{5}$ environ du phosphore contenu dans les graines s'y rencontrent à l'état de *phytine* (acide anhydro-oxyméthylène diphosphorique de Posternak), on voit que cet acide ou, du moins, ses produits de dédoublement hydrolytique, acide phosphorique et inosite, exosmosent en totalité, quoique lentement, hors de la graine. En fait, d'après Schulze et Castoro ([1]), il n'existerait pas de phosphates *minéraux* préformés dans la graine au repos. Quant à la potasse, elle quitte aussi rapidement et aussi complètement les graines que dans le cas des tubercules de pommes de terre : son élimination, rendue plus facile par suite du moindre volume de l'organe, peut être regardée comme totale dans le cas actuel. En ce qui concerne l'azote, on remarquera combien est faible la quantité de ce corps qui passe dans l'eau. Les albuminoïdes de la graine étant très peu diffusibles et difficilement hydrolysables dans ces conditions, on doit penser que la portion de l'azote qui exosmose est représentée exclusivement par certains amides qu'on trouve toujours dans la graine non germée à côté des protéiques.

([1]) *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XLI, 1904, p. 477.

II. Une expérience, semblable à la précédente, ayant duré le même temps, a été exécutée avec des haricots blancs. 201g,8 de graines fraîches (168g,78 de matière séchée à 110°) ont été immergés dans l'eau distillée. Il a été fait 9 analyses du liquide total à différents moments. Au bout de 281 jours, le résultat a été le suivant :

	Azote.	PO^2H^3.	K^2O.
Poids de substance ayant passé dans l'eau.........	g 0,5979	g 1,3902	g 2,7072
Poids de substance restant dans les graines après expérience..................................	5,5182	0,2766	0,2686
Total...........	6,1161	1,6668	2,9758
Quantité de substance éliminée pour 100 de la quantité totale..................................	9,77	83,40	90,97

L'élimination de l'azote est, ici, le triple à peu près de ce qu'elle était dans le cas des graines de blé. Plusieurs auteurs ont montré que les graines de Légumineuses renferment environ le $\frac{1}{10}$ de leur azote sous forme amidée. L'élimination de l'acide phosphorique est presque du même ordre de grandeur que celle des graines de blé ; mais l'élimination de la potasse est moins complète, dans le même temps, puisqu'il reste encore $\frac{1}{10}$ de cette base dans les haricots.

Au bout de 27 jours, c'est-à-dire au bout de $\frac{1}{10}$ du temps de l'immersion totale, 68,30 pour 100 de la potasse totale ont exosmosé, soit les $\frac{2}{3}$ environ ; 7,22 pour 100 de l'azote total, c'est-à-dire les $\frac{2}{3}$, ont exosmosé. Les quantités de potasse et d'azote ayant passé dans l'eau distillée sont donc à peu près les mêmes que dans le cas des graines de blé pour un même intervalle de temps. Mais l'élimination de l'acide phosphorique a été plus complète, puisque 50,68 pour 100 de cette substance ont quitté les graines.

Il résulte de ces expériences que les graines et les tubercules de pomme de terre se conduisent, vis-à-vis du passage de la potasse dans l'eau dans laquelle on les a immergés, d'une façon à peu près identique. Cette base n'est donc engagée dans ces organes que sous forme saline.

L'azote, au contraire, dans le cas des graines, exosmose sous des proportions beaucoup plus faibles, ce qu'on pouvait prévoir *a priori*, étant donné que, chez celles-ci, les $\frac{9}{10}$ environ de l'azote se rencontrent sous la forme protéique, alors que, dans les tubercules de pommes de terre, l'azote existe principalement sous forme amidée.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'arbutine dans les feuilles du* Grevillea robusta (*Protéacées*). Note de M. **Ém. Bourquelot** et M[lle] **A. Fichtenholz**, présentée par M. Jungfleisch.

Notre attention a été attirée sur la famille des Protéacées par une observation de O. Hesse qui a signalé, en 1896, dans les organes desséchés (fleurs, feuilles, rameaux) d'un arbrisseau du sud de l'Afrique, le *Protea mellifera*, la présence d'hydroquinone (¹).

Supposant, d'après nos recherches antérieures, que ce principe ne devait pas exister en liberté dans la plante fraîche et qu'il s'y trouvait plutôt à l'état de combinaison glucosidique, nous avons pensé à appliquer, comme nous l'avions fait pour le Poirier (²), la méthode biochimique, sinon à l'espèce étudiée par Hesse, que nous ne pouvions guère songer à nous procurer à l'état frais, du moins à d'autres espèces de la même famille.

Nous nous sommes adressés aux trois espèces suivantes : *Banksia integrifolia* L., *Hakea suaveolens* R. Br. et *Grevillea robusta* A. Cunn., dont les feuilles ont été soumises à l'analyse.

La méthode a révélé, dans ces trois espèces, la présence de glucosides hydrolysables par l'émulsine : en faible proportion dans les deux premières, en proportion plus forte dans la troisième, montrant en outre que, dans celle-ci, le glucoside pourrait bien être de l'arbutine. Ce dernier résultat apparaît manifestement à l'examen du Tableau ci-dessous dans lequel se trouvent exprimées l'action de l'invertine et celle de l'émulsine sur une solution aqueuse telle que 100$^{cm^3}$ représentaient 100^g de feuilles fraîches cueillies le 11 janvier 1911 :

	Rotation $l = 2$.	Sucre réducteur pour 100$^{cm^3}$.	Sucre réducteur formé pour 100^g de feuilles.
Avant l'essai	— 2°45′	1^g,248	
Après action de l'invertine	— 3°52′	1^g,910	0^g,662 pour un recul de 67′
Après action de l'émulsine	— 3° 4′	2^g,441	0^g,531 pour un recul de 48′

On voit en effet que l'indice de réduction enzymolytique pour l'émulsine (nombre de milligrammes de sucre réducteur formé par ce ferment dans 100$^{cm^3}$ de liquide pour un retour à droite de 1 degré) est égal à 663,

(¹) *Ueber den Zuckerbusch* (*Liebig's Annalen*, t. CCXC, p. 317).

(²) *Sur la présence d'un glucoside* (*arbutine vraie*) *dans les feuilles de Poirier et sur son extraction* (*Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 81).

valeur assez rapprochée de l'indice de la véritable arbutine qui, suivant certaines conditions, varie de 700 à 725.

Laissant donc de côté les deux premières espèces, nous avons cherché à extraire, des feuilles de *Grevillea*, le glucoside qu'elles renferment.

Nos essais ont porté une première fois sur 3^{kg} (11 janvier 1911) et une seconde fois sur 13^{kg} de feuilles fraîches (9 janvier 1912). Les deux opérations ayant été conduites de la même façon et ayant abouti à l'obtention d'un même glucoside, nous ne décrirons ici que la seconde que nous ne pouvons d'ailleurs que résumer succinctement [1].

Les feuilles ont été traitées à deux reprises par l'alcool à 90° bouillant; on a obtenu ainsi 25^{l} de solution alcoolique qu'on a distillés au bain-marie pour en retirer l'alcool.

Après avoir laissé reposer quelque temps le liquide résiduel, on l'a filtré et concentré, sous pression réduite, jusqu'à consistance d'extrait semi-liquide. A l'extrait, on a ajouté 5^{vol} d'alcool à 95°, ce qui a déterminé la production d'un précipité visqueux. On a décanté le liquide alcoolique, on l'a distillé, puis on a déféqué le résidu par addition de 1300^{cm^3} de sous-acétate de plomb, filtration et élimination du plomb en excès par un courant d'hydrogène sulfuré.

Les liquides rassemblés ont été distillés à sec sous pression réduite; après quoi on a épuisé le résidu, à l'ébullition, à six reprises différentes, par de l'éther acétique (on a employé 9^{l} de ce dissolvant).

Les liquides éthéro-acétiques ayant été distillés jusqu'à réduction à 2^{l}, le glucoside n'a pas tardé à cristalliser. On en a recueilli une trentaine de grammes. Un traitement approprié des liqueurs mères en a fourni encore 15^{g} à 20^{g}.

Ce produit brut a été ensuite purifié par plusieurs cristallisations dans l'éther acétique.

Identification avec l'arbutine. — Le glucoside, une fois purifié, présente les propriétés de l'arbutine. Il perd à 102°-103° un peu plus de 6 pour 100 d'eau; il fond ensuite à + 193° (+ 195° corr.). Il est lévogyre et son pouvoir rotatoire pris sur deux échantillons hydratés a été trouvé égal à − 61°,1 et à − 61°,8. Il est hydrolysable par l'émulsine avec un indice de réduction égal à 709-735.

Enfin il a donné, et de la même façon que l'arbutine du poirier essayée en même temps, les trois réactions colorées suivantes :

Coloration bleue avec le perchlorure de fer;

Coloration bleue par le réactif de Jungmann (solution chlorhydrique de phospho-molybdate de soude, puis ammoniaque).

Coloration violette par la réaction de Strecker-Schiff, coloration due à l'action de la soude étendue sur la dinitro-hydroquinone formée en traitant

---

(1) Il en sera donné un exposé plus détaillé dans un autre recueil.

successivement l'arbutine par de l'acide azotique, ce qui donne de la dinitroarbutine, puis par de l'acide sulfurique étendu bouillant, en solution alcoolique, qui hydrolyse cette dernière.

Le glucoside retiré des feuilles de *Grevillea robusta* est donc de l'arbutine sans mélange de méthylarbutine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Retard de la consolidation d'une fracture chez un phtisique. Traitement fondé sur l'étude des troubles survenus dans les échanges.* Note de M. **Albert Robin**, présentée par M. Armand Gautier.

Si l'on connaît assez bien les fractures spontanées qui se produisent au niveau des foyers tuberculeux des os, on a moins de renseignements sur les fractures spontanées siégeant loin des foyers bacillaires et sur celles qui ont lieu en dehors de toutes lésions osseuses, non plus que sur la fréquence et l'évolution des fractures acquises chez les tuberculeux. On dit seulement que, dans ces derniers cas, la consolidation est retardée.

La déminéralisation osseuse si accentuée des phtisiques, les lésions médullaires, les altérations des glandes endocrines qui régularisent la nutrition osseuse sont des arguments suffisants pour justifier ce retard dans la consolidation.

L'étude d'un sujet chez qui j'ai pu faire des recherches sur l'état de la nutrition m'a fourni des renseignements qui méritent d'être rapportés, puisqu'ils comportent des indications thérapeutiques précises.

Un phtisique se brise le fémur et demeure 38 jours dans un appareil plâtré. Deux mois après qu'on a retiré l'appareil, la fracture ne s'est pas encore consolidée. L'inspection du membre montre un énorme cal visible à l'œil. La radiographie apprend que les deux fragments de l'os sont séparés par une masse beaucoup plus claire que l'os lui-même et qui, si elle contient du tissu osseux, n'en renferme pas assez pour donner à cet os une consistance suffisante.

En étudiant la nutrition de ce malade, on observe les faits suivants :

A. Polyurie à $3^{l},500$. Élimination urinaire quotidienne de $0^{g},63$ de chaux, au lieu de la normale $0^{g},28$ à $0^{g},32$ pour un individu de 65^{kg}. Présence du fer en quantité facilement appréciable dans le résidu urinaire. Augmentation du soufre neutre dans l'urine, preuve de l'insuffisance d'activité du foie. Augmentation du phosphore organique, ce qui démontre une diminution de l'activité nerveuse (Phosphore organique : 10 pour 100 du phosphore total, au lieu de 1,75 pour 100). Enfin, augmentation de l'indosé ternaire des urines (12^{g} au lieu de 6^{g} à 7^{g}).

B. Le sang ne renferme que 75 pour 1000 d'hémoglobine, au lieu de 135; son résidu inorganique est de 8,6 pour 1000, au lieu de 9,11.

Déchloruration jugée par l'excès du rapport urinaire du chlore à l'azote total (56 pour 100 au lieu de la normale 42 pour 100) et par la diminution des chlorures du sang ($4^{g},60$ au lieu de $5^{g},60$ pour 1000).

De ces analyses je conclus à une mauvaise évolution des matières ternaires, à la déminéralisation organique, à la diminution des activités hépatique et nerveuse et à la déglobulisation du sang.

Les indications thérapeutiques dérivant de ces multiples analyses pouvaient s'exprimer ainsi qu'il suit :

A. Améliorer la digestion et l'évolution des matières ternaires, ces intermédiaires de la nutrition osseuse. D'où, les augmenter sensiblement dans l'alimentation, en aidant leur digestion par l'usage de la bière de malt ou de la maltine et par la saturation du contenu stomacal dont l'acidité est un puissant facteur de déminéralisation.

B. Relever les activités nerveuse et hépatique à l'aide des strichniques à faible dose (10 gouttes de teinture de noix vomique avant les deux principaux repas).

C. Fournir à l'organisme les éléments de sa minéralisation totale (acide phosphorique, chaux, magnésie, fer et silice). Cette indication fut remplie par une poudre de reminéralisation où figuraient ces principes, l'eau ferrée, et par l'addition d'une petite quantité de sel à une alimentation reminéralisatrice.

D. Aider la reminéralisation par les arsénicaux (médication d'épargne) et par les fluorures, qui sont des metteurs en train de l'assimilation osseuse.

A cette médication on ajouta 2^{mg} de corps thyroïde desséché deux fois par jour.

Le traitement fut suivi pendant deux mois, avec de courtes interruptions. Au bout de ce temps, le cal avait notablement diminué et le malade pouvait s'appuyer sur sa jambe et marcher.

Je ne donne ce cas que comme un fait d'attente qui pourra suggérer aux chirurgiens l'idée d'employer un tel traitement quand ils auront à soigner des fractures spontanées ou non chez des phtisiques. Il est possible que les résultats soient encore meilleurs, si on l'applique plus précisément qu'il ne m'a été donné de le faire dans le cas que j'ai observé.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action hypotensive de la guanine.* Note de MM. **Desgrez** et **Dorléans**, présentée par M. d'Arsonval.

Il semble établi aujourd'hui, surtout par les travaux d'André Mayer, d'Eppinger, de Falta et Rudinger, que le pancréas exerce, par sa sécrétion

interne, une action modératrice vis-à-vis de certaines fonctions bien déterminées des capsules surrénales. On sait, d'autre part, que la substance la mieux connue des capsules surrénales est l'adrénaline dont la puissance hypertensive est considérable. Or, il est une substance du groupe purique, la guanine, qui prend surtout naissance dans la glande pancréatique, car elle est la seule des bases xanthiques produites par le dédoublement hydrolytique de l'acide nucléique du pancréas. Nous nous sommes demandé si cette base ne serait pas précisément douée de propriétés contraires à celles de l'adrénaline et nous avons commencé nos recherches par la détermination de son influence sur la pression artérielle.

Nous avons purifié la guanine amorphe extraite du guano, en suivant le procédé d'Horbaczewski : dissolution dans la soude très étendue, addition de $\frac{1}{3}$ du volume d'alcool, puis sursaturation par l'acide acétique. Après deux purifications successives, nous avons fait une solution de guanine au $\frac{1}{100}$ avec l'aide de la quantité minima de soude : soit $0^{g},50$ de base pour un mélange de 15^{cm^3} de soude normale et de 35^{cm^3} d'eau.

Dans nos essais, qui ont porté sur le lapin et sur le chien, nous avons mesuré les pressions artérielles avec le manomètre de Laulanié qui réalise, comme on sait, un perfectionnement du kymographe de Ludwig.

Nous avons fait 6 expériences sur le lapin et 5 sur le chien. Elles nous permettent toutes d'attribuer à la guanine une action hypotensive marquée, quoique d'intensité un peu variable suivant les animaux. Nous ne rapporterons ici que deux expériences sur le chien et deux sur le lapin. Le premier animal recevait, en injection intraveineuse, 2^{cg} de guanine et le second 3^{cg} par kilogramme.

CHIENS. — LAPINS.

Première expérience.

Poids de l'animal : 13^{kg}. — Poids de l'animal : 3^{kg}.

Heures.	Pressions à la fémorale.	Heures.	Pressions à la carotide.
h m	cm	h m	cm
3.20 (injection)	14,0	9.30 (injection)	8,4
3.35	11,6	9.45	7,0
3.40	12,6	9.50	6,6
3.45	12,4	9.55	4,8
3.50	12,8	10.00	7,2
4.00	13,8	10.40	8,0

Deuxième expérience.

CHIENS.		LAPINS.	
Poids de l'animal : 11^{kg}.		Poids de l'animal : 1^{kg},620.	
4^{h}.15^{m}	14^{cm},0	4^{h}.35^{m}	10^{cm},0
(injection)		(injection)	
4.24	11,0	4.45	8,8
4.26	10,0	4.50	8,0
4.30	11,5	5.00	7,0
4.35	12,4	5.10	9,8

Dans les sept autres expériences dont le détail ne peut trouver place ici, nous avons obtenu, comme dans celles-ci, une diminution de pression variant de 2^{cm},4 à 4^{cm} de mercure, sous l'influence d'une même dose de guanine.

On voit donc que, conformément à notre hypothèse, la guanine, base en quelque sorte spécifique du pancréas et considérée comme non toxique, jouit de la propriété d'abaisser la pression artérielle, c'est-à-dire qu'elle provoque, à ce point de vue, un effet inverse de celui de l'adrénaline, base essentielle des capsules surrénales. L'antagonisme réciproque des influences exercées sur l'organisme par le pancréas et les capsules surrénales s'explique donc, pour une part au moins, par les actions opposées de ces deux substances sur la circulation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de la lumière et de l'eau oxygénée sur les matières albuminoïdes et acides amidés.* Note de M. **Jean Effront**, présentée par M. L. Maquenne.

Duclaux [1] a démontré que le sucre ainsi que les matières grasses, sous l'action prolongée de la lumière, dans un milieu stérile, subissent de profondes transformations.

Nous avons entrepris une série d'expériences semblables sur les matières albuminoïdes.

Dans des ballons de 1^{l} sont introduits 200$^{cm^3}$ de solution stérile de peptone à 2 pour 100 et 200$^{cm^3}$ de soude demi-normale (préalablement stérilisée). On bouche les ballons à l'aide de tampons d'ouate; les uns sont exposés à la lumière, les autres sont tenus dans l'obscurité. Après 90 jours, on analyse leur contenu, ramené au volume primitif.

---

(1) Duclaux, *Ann. Inst. agronom.*, 1886 et *Ann. Inst. Pasteur*, 1893, p. 751.

Désignation des essais.	Liquide tenu dans l'obscurité. Milligrammes p. 100^{cm^3}.	Sur 100 azote total.	Liquide exposé au soleil. Milligrammes p. 100^{cm^3}.	Sur 100 azote total.
Azote total	277	100	220	100
Azote (albumoses)	190	68,59	12	5,4
Azote ammoniacal	11	0,39	52	23,5
Acidité volatile en acide acétique	0	»	37	»
Réaction avec amidon ioduré additionné de sulf. ferreux.	négative	»	positive	»
Réaction avec diphénylamine sulfurique	négative	»	positive	»

Dans le liquide exposé au soleil on constate l'apparition d'eau oxygénée et de nitrate, la disparition des albumoses, la formation d'ammoniaque et d'acides volatils.

La présence de nitrate s'explique par l'action de l'eau oxygénée. Il était intéressant de rechercher si l'on ne peut pas attribuer à la même cause les transformations subies par les peptones.

L'eau oxygénée agit très énergiquement, en effet, sur les peptides et acides amidés et cette action aboutit à une désamidation complète.

Pour le démontrer, nous avons adopté le dispositif suivant :

Dans un ballon de 1^l, pourvu d'un entonnoir à robinet et d'un réfrigérant descendant, on introduit 200^{cm^3} de soude demi-normale et $0^g,5$ à 2^g de substance à étudier. Dans l'entonnoir, on met de l'eau oxygénée neutre à 10^{vol} d'oxygène actif, on porte le liquide à l'ébullition, on laisse arriver peu à peu l'eau oxygénée et l'on recueille le distillat dans de l'acide déci-normal. On règle le chauffage et l'admission d'eau oxygénée de manière à maintenir le niveau du liquide aussi constant que possible.

Il entre dans le ballon environ 200^{cm^3} d'eau oxygénée par heure et l'on continue l'opération jusqu'à ce qu'il ne distille plus d'ammoniaque.

Substance employée.	Poids de substance.	Azote total milligr.	Azote ammoniacal milligr.	Azote nitrique milligr.	Azote ammoniacal + azote nitrique.
Albumine d'œuf	$0^g,5$	58	57,4	0,4	57,8
Caséine	0,5	67,4	65,00	2	67
Gluten	0,5	73,5	72	1,6	73,6
Peptone Witte	1	141	136	4	140
Glycocolle	2	373	363	8	371
Asparagine	2	422	412	7	419
Alanine	1	157	154	2	156
Acide glutamique	1	95	87	6	93
Leucine	1	106	104	3	107

Dans tous les essais nous avons abouti à une désamidation complète. Dans le distillat on retrouve de 97 à 99 pour 100 de l'azote total des matières employées; le reste est à l'état d'azote nitrique dans le liquide résiduaire.

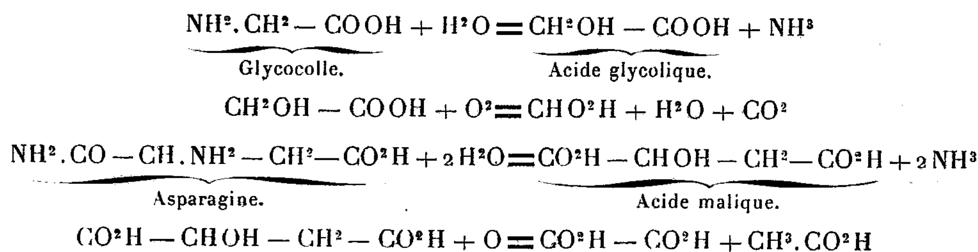
Le glycocolle, l'alanine, la tyrosine se désamident très rapidement, dans un laps de temps variant de 45 minutes à 1 heure 30 minutes. L'attaque des matières albuminoïdes naturelles ainsi que celle des peptones sont beaucoup plus difficiles; la réaction dure de 5 à 7 heures. La peptone traitée dans les mêmes conditions d'alcalinité et de temps, mais sans eau oxygénée, ne fournit que 14 pour 100 de son azote à l'état ammoniacal, ce qui correspond à sa teneur en azote amidé.

Dans le résidu de la distillation on trouve des quantités appréciables d'acides volatils et d'oxy-acides.

Pour les déterminer, le liquide résiduaire dépourvu d'azote est additionné de la quantité d'acide strictement nécessaire pour saturer l'alcali ajouté; on distille dans le vide jusqu'à épuisement des acides volatils et le produit desséché est repris par l'acétone bouillante.

10^g de glycocolle ont fourni par cette méthode $5^g,5$ d'acide formique (le liquide ne contenait point d'acide oxalique); 25^g d'asparagine ont donné : $1^g,6$ d'acide oxalique, $6^g,5$ d'acide acétique et $4^g,3$ de malate de chaux hydraté. L'acide malique a été caractérisé par ses sels de calcium et de plomb. Dans le traitement de l'asparagine se forment de grandes quantités de carbonate.

Cette étude est encore en cours; cependant de l'ensemble des résultats déjà acquis, on peut conclure que H^2O^2 agit en premier lieu comme hydratant, en formant des oxy-acides. La présence des acides gras volatils ainsi que de l'acide oxalique doit être attribuée à une oxydation plus ou moins profonde des mêmes produits.



$$\underbrace{NH^2.CH^2-COOH}_{\text{Glycocolle.}} + H^2O = \underbrace{CH^2OH-COOH}_{\text{Acide glycolique.}} + NH^3$$

$$CH^2OH-COOH + O^2 = CHO^2H + H^2O + CO^2$$

$$\underbrace{NH^2.CO-CH.NH^2-CH^2-CO^2H}_{\text{Asparagine.}} + 2H^2O = \underbrace{CO^2H-CHOH-CH^2-CO^2H}_{\text{Acide malique.}} + 2NH^3$$

$$CO^2H-CHOH-CH^2-CO^2H + O = CO^2H-CO^2H + CH^3.CO^2H$$

La présence de l'acide malique, parmi les produits de décomposition de l'asparagine, constitue une preuve directe de l'action hydratante de l'eau

oxygénée. Pour expliquer la présence simultanée de l'acide acétique, nous avons traité l'acide malique par l'eau oxygénée dans les conditions des expériences précédentes. L'analyse a démontré que réellement il se forme dans ces conditions des quantités notables d'acide acétique.

La marche de l'oxydation de l'acide malique doit varier beaucoup avec les conditions expérimentales.

En résumé, sous l'influence photochimique des rayons solaires, les solutions de matières albuminoïdes et celles des acides amidés subissent des transformations analogues à celles que produisent les bactéries protéolytiques et les amidases.

L'action solaire se résume dans la formation d'eau oxygénée qui à la longue désagrège complètement la molécule albuminoïde avec formation d'ammoniaque et de nitrate.

Par l'action de l'eau oxygénée, en milieu alcalin, sur les matières albuminoïdes et acides amidés, on aboutit à une désamidation intégrale, circonstance qui peut être mise à profit pour l'analyse quantitative de certaines matières azotées et pour les études sur les Polypeptides.

PHYSIOLOGIE THÉRAPEUTIQUE. — *Les effets de l'irradiation des glandes surrénales en physiologie et en thérapeutique.* Note de MM. **A. Zimmern** et **P. Cottenot**, présentée par M. Dastre.

L'un des Chapitres les plus curieux de la radiothérapie est celui qui a trait à l'irradiation des glandes à sécrétion interne en état d'*hyperplasie* et d'*hyperfectionnement*. Depuis Williams (1902), nous irradions le corps thyroïde dans les syndromes basedowiens ; Gramegna et Béclère ont montré la possibilité d'agir sur l'hypophysomégalie et de combattre le gigantisme et l'acromégalie ; enfin, l'irradiation rœntgénienne a été tentée dans l'hyperthrophie thymique.

Des expériences *physiologiques* entreprises par l'un de nous avec Battez ont montré la possibilité d'obtenir chez le lapin, au moyen de doses très élevées, des phénomènes d'hypothyroïdie très voisins des signes qui caractérisent l'éthyroïdisation expérimentale. Zimmern, Battez et Dubus ont enfin montré qu'avec des doses suffisantes, on pouvait amener une destruction des éléments cellulaires, telle que, sur les coupes, on a peine à retrouver des vestiges de la glande irradiée.

Pour le thymus, des recherches du même ordre ont été entreprises par Aubertin et et Bordet, puis par Regaud et Cremieu. Ces auteurs ont montré l'action destructive des hautes-doses sur les corpuscules de Hassal.

Il était logique d'éprouver de même les effets des rayons sur une autre glande à sécrétion interne, dont, *à l'encontre des précédentes, nous connaissons le produit de sécrétion et ses propriétés*, la glande surrénale.

A notre connaissance, cette étude n'a jamais été entreprise avant nous. Nous n'avons trouvé dans la littérature spéciale que deux observations, l'une de Wiesner, l'autre de Golubilin, où les capsules furent exposées à l'action des rayons, mais pour amener la destruction de foyers tuberculeux dans la maladie d'Addison. Depuis maintenant près de deux ans, nous nous sommes attachés à l'étude des effets des rayons X sur les glandes surrénales, tant au point de vue physiologique et anatomo-pathologique qu'au point de vue clinique.

Il paraît aujourd'hui, en effet, assez bien établi, depuis les travaux de Vaquez, de Josué, que l'hyperfonctionnement et l'hyperplasie de la glande surrénale occupent une place prépondérante dans la pathologie vasculaire.

Il était légitime de penser que les rayons X, que nous savons en d'autres circonstances doués d'un pouvoir électif remarquable sur les éléments cellulaires en hyperactivité reproductrice, seraient susceptibles d'enrayer le processus hyperplasique des surrénales, comme ils diminuent la suractivité pathologique du corps thyroïde ou de la glande pituitaire.

L'obtention de résultats positifs devait, du même coup, vérifier le bien-fondé des théories surrénales de l'hypertension, et enrichir la thérapeutique d'un nouveau procédé apte à combattre cette dernière, plus puissant et plus efficace sans doute que tout autre, puisqu'il s'adresse au foyer même du trouble pathologique, à l'*organe responsable lui-même*.

C'est à cette double conclusion que nous ont conduit nos travaux sur l'irradiation des capsules surrénales.

Les courbes montrent nettement que chez des malades hypertendus l'irradiation de la région surrénale amène très rapidement un *abaissement* plus ou moins marqué de la tension artérielle; que la tension troublée tend à revenir à la normale.

En même temps, on constate la régression des phénomènes subjectifs que l'hypertension tient sous sa dépendance.

Depuis deux ans nous poursuivons l'étude physiologique et anatomo-pathologique de l'irradiation surrénale.

BACTÉRIOLOGIE. — *Influence favorable exercée sur le développement de certaines cultures par l'association avec le* Proteus vulgaris. Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. A. Laveran.

L'influence exercée sur la vitalité des microbes exposés aux émanations gazeuses de substances albuminoïdes en voie de décomposition et qui a fait l'objet de Notes précédentes (¹), a comme cause première le germe de cette décomposition. C'est ainsi que dans les exemples que j'ai cités au cours de mes essais, les résultats observés étaient intimement liés à la présence du *Proteus vulgaris*, agissant par les émanations gazeuses qu'il produisait en décomposant la matière albuminoïde. Afin de mieux pénétrer le mécanisme du phénomène, il était tout indiqué de chercher à se rendre compte de l'effet exercé sur la vitalité des microbes par l'adjonction directe du *Proteus vulg.*, aux germes sur lesquels on voulait étudier son influence, alors que, dans les expériences précédentes, son action ne se manifestait que par ses émanations.

Une pareille constatation est intéressante car elle est de nature à démontrer que ces phénomènes sont le résultat d'une association microbienne dont ils ne sont finalement qu'une manifestation plus ou moins sensible, selon les conditions d'expériences.

Les effets physiologiques d'accélération ou de retard, dus à l'association directe du *Proteus vulg.* à des germes pathogènes, ont été observés déjà sur les animaux par un grand nombre d'auteurs. Mais il s'agissait, dans le cas présent, d'en faire une démonstration expérimentale s'appliquant à mes essais et de trouver un mode opératoire permettant de faire cette constatation *in vitro*, de façon à prouver que la présence directe du *Proteus vulg.* avait une influence directe sur la multiplication des germes qui lui avaient été associés dans mes essais précédents. Cette démonstration dont l'exécution semblait présenter quelques difficultés au début a pu être faite facilement par la suite, à la condition d'associer le *Proteus* à des germes qui ne pouvaient pas être confondus avec lui et dont les manifestations d'activité pouvaient être évaluées d'une façon précise. Dans ce but, je me suis adressé, d'une part, au ferment lactique et, d'autre part, au *M. prodigiosus* dont l'aspect coloré, quand on le cultive sur plaques, ne permet pas de confusion.

I. Proteus vulg. *associé au ferment lactique.* — On a préparé une émulsion aqueuse très étendue de *Proteus vulg.* en raclant superficiellement une culture sur gélose et en en prélevant environ 2^{cg} à 3^{cg} qu'on a dilués dans 10^{cm^3} d'eau distillée et stérilisée. On préparait de même une émulsion aqueuse de ferment lactique dans 10^{cm^3} d'eau; on prélevait ensuite 5^{cm^3} de chacune de ces deux émulsions micro-

(¹) *Comptes rendus*, 15 janvier, 5 février et 1er avril 1912.

biennes qu'on mélangeait ensemble dans un tube séparé. Une série de récipients contenant 20^{cm^3} de lait stérilisé, écrémé et étendu au $\frac{1}{4}$ étaient ensemencés avec 5 gouttes de chaque émulsion. Après une période de temps variant de 8 à 24 heures, selon les cas, on prenait l'acidité de ces laits, de manière à constater des courbes comparatives en fonction du temps. Enfin, dans ces essais, on a fait varier aussi le moment de l'ensemencement des émulsions qui a eu lieu tantôt immédiatement, tantôt après plusieurs heures d'attente. Le Tableau suivant indique les résultats obtenus dans une expérience prise comme exemple :

Tableau exprimant en milligrammes d'acide lactique par 1000^{cm^3} *de lait étendu, l'acidification produite 24 heures après l'ensemencement du ferment lactique et du* Proteus vulg., *isolés ou associés.*

N^{os} des essais.	Ensemencement après contact préalable de :	A. Ferment lactique.	B. *Proteus vulg.*	C. Association.
	heures	mg	mg	mg
1......	2	450	250	710
2......	»	470	260	650
3......	»	420	290	650
4......	24	450	200	710
5......	»	420	190	650
6......	»	410	190	750

On voit que l'acidification du lait dans le cas de l'association du ferment lactique (A et B) et du *Proteus* (C) non seulement s'ajoute, mais qu'elle est souvent beaucoup plus élevée que la somme des acidifications séparées, *déduction faite de l'acidité initiale du lait*, qui était de 150^{mg} en moyenne. Le même Tableau montre que le phénomène est indépendant de la période d'attente des émulsions avant l'ensemencement dans le lait. L'accélération du phénomène est donc due à une action spéciale qui n'est attribuable, d'après mes résultats antérieurs, qu'à l'action de gaz naissant sous l'influence du *Proteus*, comme dans le cas des précédents essais.

II. M. prodigiosus *associé au* Proteus vulgaris. — Pour obtenir l'action du *Proteus vulg.* sur la multiplication du *M. prodigiosus*, on a préparé, suivant la technique précédente, deux émulsions aqueuses très étendues de chacun de ces germes et l'on en a mélangé deux parties égales.

Après une période d'attente variant depuis 1 heure à 24 heures, on ensemençait des plaques de Pétri par des quantités exactement numérées de chaque émulsion. On pratiquait ensuite la numération des colonies d'après la méthode habituelle.

Influence de la présence du Proteus vulg. *sur le développement de cultures de* Prodigiosus *sur plaques de Pétri.*

Nos des essais.	*Prodigiosus* seul.	*Proteus.*	*Prodigiosus* associé avec le *Proteus.*
	Col. par cm³	Col. par cm³	Col. par cm³
1......	80	10	1600
2......	120	0	2000
3......	200	80	1400
4......	320	5	1600
5......	500	0	1500
6......	500	10	2000

La présence du *Proteus*, même quand les colonies n'étaient pas visibles, a donc permis au *Prodigiosus*, avec lequel il était associé, de se multiplier beaucoup plus rapidement : c'est encore ce qui avait été observé dans des expériences analogues faites en présence de gaz émanant du *Proteus*, mais en l'absence de son contact.

D'autres expériences faites en remplaçant d'une part le *Proteus* par d'autres genres de décomposition, notamment le *Mesentericus*, ont donné des résultats analogues. Le *B. coli commune* n'a fourni par contre qu'une faible activation. Enfin, dans une série d'autres expériences, nous avons pu constater que l'association du *Proteus*, directement ensemencé à l'eau de Seine, activait la multiplication de la même façon que lorsqu'on faisait agir séparément ses émanations gazeuses (*Comptes rendus*, 18 mars).

L'ensemble de tous ces résultats démontre donc que la formation des ambiances atmosphériques favorables à la vitalité des microbes et qui a fait l'objet de plusieurs travaux dans ces dernières années, est en relation étroite avec les phénomènes d'activation provenant des associations microbiennes et qui étaient déjà connus.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations faites pendant l'éclipse du 17 avril 1912.* Note de M. **Alfred Angot.**

Des observations comparatives très complètes ont été faites à la station magnétique du Val-Joyeux, dans le voisinage immédiat de la ligne de totalité, à Paris (Bureau central météorologique) et à l'Observatoire du Parc-Saint-Maur. Elles seront publiées intégralement; nous n'indiquerons donc ici que les résultats principaux.

Les seuls éléments qui aient été nettement affectés sont la température, l'humidité relative et l'intensité du rayonnement solaire.

Pour avoir des résultats indépendants du retard que présentent toujours

les indications des enregistreurs, des observations de température ont été faites au thermomètre-fronde, de 5 en 5 minutes au Bureau météorologique et au Parc Saint-Maur, et à intervalles moins réguliers mais très fréquents au Val-Joyeux, entre $10^h 30^m$ et 14^h. Le minimum a été observé dans les trois stations entre $12^h 10^m$ et $12^h 20^m$, c'est-à-dire nettement après la plus grande phase. Par rapport à la courbe représentant la marche diurne régulière, déduite des observations faites avant et après l'éclipse, la chute totale de température a été de 4°,5 au Val-Joyeux, de 2°,9 à Paris et de 2°,4 au Parc Saint-Maur.

La variation de l'humidité relative a été, comme on devait s'y attendre, faible et inverse de celle de la température.

L'intensité de la radiation solaire a été mesurée au Val-Joyeux (MM. Dongier, Dufour et Eblé) et à Saint-Maur (M. Phalempin) avec des pyrhéliomètres Angström à compensation électrique, au Bureau météorologique (M. Brazier) avec un actinomètre Dupaigne et un actinomètre Arago.

A Saint-Maur, en particulier, les observations ont été poursuivies avec une régularité remarquable de 5 en 5 minutes, sans aucune interruption, entre $10^h 20^m$ et $13^h 45^m$. Les observations du Val-Joyeux et de Saint-Maur, faites avec des instruments dont les indications sont, pour ainsi dire, instantanées, montrent qu'au moment de la phase maximum l'intensité de la radiation solaire est tombée au-dessous de la limite des quantités mesurables. Tandis qu'à Saint-Maur on obtenait $1^{Cal},088$ avant l'éclipse et $1^{Cal},029$ après, on avait seulement $0^{Cal},028$ à $12^h 5^m$; toute mesure était impossible à $12^h 10^m$, et à $12^h 15^m$ l'intensité était déjà remontée à $0^{Cal},074$. Au Bureau météorologique, où les instruments étaient plus lents à prendre leur équilibre, le minimum ne s'est produit qu'entre $12^h 10^m$ et $12^h 15^m$ et n'a pas atteint zéro.

Il convient de remarquer que, pendant toute la journée du 17, le ciel, quoique beau, était blanchâtre, ce qui indiquait l'existence d'une couche diffusante; aussi la radiation solaire a-t-elle donné des valeurs assez faibles; le maximum du 17 a été seulement $1^{Cal},088$ à Saint-Maur; on a obtenu $1^{Cal},211$ le 15, $1^{Cal},176$ le 16 et $1^{Cal},197$ le 18.

Dans aucun des autres éléments météorologiques on ne remarque la trace de perturbations qui puissent être rapportées à l'éclipse. En particulier le *vent de l'éclipse* a fait entièrement défaut dans les trois stations. Au Val-Joyeux les petites brises observées dans la matinée et dans l'après-midi ont complètement cessé au moment de la phase maximum et il y a eu alors un calme plat qui a duré pendant plus de 20 minutes. Au sommet de la tour Eiffel, la vitesse du vent s'est maintenue aux environs de 3^m par seconde sans aucune variation nette.

Les trois éléments magnétiques ont présenté, pendant toute la durée de l'éclipse, une variation à peu près régulière, même sur les enregistreurs à grande vitesse qui avaient été installés exprès. Sur la courbe de la déclinaison seulement on remarque bien vers midi un très léger ralentissement dans l'augmentation régulière due à la variation diurne, mais il s'est produit d'autres mouvements analogues et beaucoup plus importants dans le reste de la journée.

Des photographies de l'éclipse ont été prises au Val-Joyeux, sur une même plaque, de 5 en 5 minutes, et donnent ainsi toutes les apparences successives du phénomène. L'observation directe des contacts a été faite au moyen d'une forte jumelle par le R. P. Cirera, directeur de l'Observatoire de Tortosa (Espagne), assisté de M. Dongier. Le premier contact a été noté à $10^h 48^m 38^s$, 5, le second et le troisième séparés par un intervalle de moins d'une seconde à $12^h 9^m 48^s$, le quatrième à $13^h 31^m 45^s$.

M. César Amsler adresse une Note sur *Un projet de réforme du Calendrier*, dont l'idée fondamentale serait de diviser l'année en 13 mois de 28 jours.

M. Jacob T. Wainwright adresse un Mémoire intitulé : *The true second law of Thermodynamics and its important significance.*

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 AVRIL 1912.

Mission du SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE *pour la mesure d'un arc de méridien équatorial en Amérique du Sud, sous le contrôle scientifique de l'Académie des Sciences*, 1899-1906. Tome III. Fascicule 2 : *Compensation des angles. Calcul des triangles.* — Fascicule 7 : *Latitudes astronomiques observées aux théodolites à microscopes*, 2e et 3e Parties. — Tome IX. Fascicule 2 : *Reptiles. Poissons. Batraciens.* Paris, Gauthier-Villars, 1910-1912; 2 vol. et 1 fasc. (Offert par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes, pour le méridien de Paris, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1914, publiée par le BUREAU DES LONGITUDES. Paris, Gauthier-Villars, mars 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Carte des fuseaux horaires de l'Afrique occidentale française, publiée par le SERVICE GÉOGRAPHIQUE DES COLONIES. Paris, s. d.; 1 feuille in-plano.

Carte du Ouadaï, dressée par A. MEUNIER, publiée par le SERVICE GÉOGRAPHIQUE DES COLONIES; échelle de $\frac{1}{1000000}$. Paris, 1911; 1 feuille in-plano.

Introduction à l'étude de la Métallurgie. Le chauffage industriel, par M. HENRY LE CHATELIER, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Leçons sur les principes de l'Analyse, par R. D'ADHÉMAR. Tome I : *Séries. — Déterminants. — Intégrales. — Potentiels. — Équations intégrales. — Équations différentielles et fonctionnelles.* Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Jordan.)

La Météorologie en France et en Allemagne, par E. DOUBLET. (Extr. de la *Revue philomathique de Bordeaux et du Sud-Ouest;* XIVe année, nos 5 et 6, 1911, et XVe année, nos 2 et 3, 1912.) Bordeaux, G. Gounouilhou, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par Bigourdan.)

Principes d'organisation scientifique des usines, par FREDERIC WINSLOW TAYLOR. *Traduction* de M. JEAN ROYER, avec une *Préface* de HENRY LE CHATELIER, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Annales d'Hygiène et de Médecine coloniales, t. XV, n° 1, janvier-mars 1912. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-8°.

Mémorial de l'Artillerie navale, 3e série, t. VI, 1re livraison de 1912. — Tables des matières contenues dans le *Mémorial de l'Artillerie navale*, t. XXVIII à XXXIV

inclus (1900 à 1906) et t. I à V inclus (1907 à 1911). Paris, Imprimerie nationale, 1912; 3 fasc. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure, 9e série, t. II, 1911. Nantes, 1911; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 avril 1912.

Leonhardi Euleri opera omnia, sub auspiciis Societatis scientiarum naturalium helveticæ, edenda curaverunt Ferdinand Rudio, Adolf Krazer, Paul Stäckel; series tertia: *Opera physica, miscellanea, epistolae;* Volumen quartum: *Leonhardi Euleri Dioptrica*, edidit Emil Cherbuliez; Volumen posterius. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1912; 1 vol. in-4°. (Acquisition par voie de souscription.)

Sur quelques végétaux fossiles de la Grande Oolithe de Marquise, par M. R. Zeiller, Membre de l'Institut. Boulogne-sur-Mer, G. Hamain, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La géologie du Maroc et la genèse de ses grandes chaînes (1 carte en couleurs hors texte), par L. Gentil. (*Annales de Géographie*, n° 116, 21e année, 15 mars 1912, p. 130-158; Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-8°.) (Présenté par M. le prince Roland Bonaparte.)

Maroc : Essai d'une carte géologique, par Louis Gentil, d'après les travaux de l'auteur et divers documents (1911); Échelle $\frac{1}{2500000}$. Paris, Armand Colin; 1 feuille in-plano.

Les sources de l'énergie calorifique, par MM. Emilio Damour, Jean Carnot, Étienne Rengade. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.

Principes théoriques et pratiques d'analyse minérale, Cours de Chimie analytique professé à l'École nationale supérieure des Mines, par G. Chesneau. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Album général des Cryptogames, (Algues, Champignons, Lichens); Iconographie méthodique contenant de très nombreuses figures d'ensemble ou de détail de tous les genres et des espèces importantes de Thallophites, avec texte explicatif et planches, par Henri Coupin, avec la collaboration de Mlle Fernande Coupin; t. I, fasc. 1-7. Paris, E. Orlhac, s. d.; 7 fasc. in-4°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Bericht über eine Expedition nach Bossekop zwecks photographischer Aufnahmen und Höhenmessungen von Nordlichtern, von Carl Störmer. Christiania, Jacob Dybwad, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cours de Mécanique rationnelle. Tome I: *Cinématique*, par S. Petrovitch. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur la décomposition de l'eau par les rayons solaires, par M. Kernbaum. (Extr. du *Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie*, décembre 1911.) Cracovie, Imprimerie de l'Université, 1911; 1 fasc. in-8°.

Chimie : Des composés cycliques, par D.-E. TSAKALOTOS. Athènes, P.-D. Sakellarios, 1911; 1 vol. in-8°.

On the secondary undulations of the canadian tides, by KÔTARÔ HONDA and W. BELL DAWSON. (Extr. de *The Science Reports of the Tôhoku imperial University;* t. I, n° 1.) Sendaï (Japon), 1912; 1 fasc. in-4°.

Icones plantarum formosanarum nec non et contributiones ad floram Formosanam, or Icones of the plants of Formosa, and materials for a flora of the island, based on a study of the collections of the Botanical Survey of the Government of Formosa, by B. HAYATA; fasc. 1 : Taihoku, Gouvernement de Formose, septembre 1911; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 10e série, t. XI. Toulouse, Douladoure-Privat, 1911; 1 vol. in-8°.

L'ami de l'inventeur. Bulletin mensuel de l'Union pratique universelle des inventeurs, organe de propagande industrielle et de défense des droits des œuvres et de la dignité propre des pionniers de l'Humanité; 1re et 2e années, nos 1 à 13, août 1901-novembre 1902. Paris, imp. J. Mersch; 1 vol. in-4°. (Adressé par M. Paloux.)

Annuaire de l'Observatoire météorologique et magnétique de l'Université à Odessa, édité par B.-W. STANKIEWITCH et I.-J. IOTCHILDOWSKY, 1910. Odessa, 1911; 1 vol. in-8°.

Report to the London schol of tropical medecine on investigations on dysentery in Fiji during the year 1910, by P.-H. BAHR. Londres, Witherby et Cie, 1912; 1 vol. in-4°.

Beiträge zur ukrainischen Bibliographie; Bd. III. Lemberg, 1911; 1 vol. in-8°.

Revista da Universitade de Coimbra; t. I, n° 1, 1912. Coïmbre, 1912; 1 vol. in-4°.

Bulletin of the Bureau of Standards; t. VIII, n° 1, january 1, 1912. Washington, 1912; 1 vol. in-4°.

The canadian patent Office record and register of copyrights and trade marks; t. XL, n° 1. Ottawa, 1912; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 mars 1912.)

Note de M. *A. Faucon*, Sur le pouvoir rotatoire du camphre dissous dans le tétrachlorure de carbone :

Page 653, ligne 8 en remontant,

au lieu de $\rho^{\mathrm{D}}_{15} = 44^\circ{,}56 + 0{,}0134c - 0{,}003614c^2$,

lire $\rho^{\mathrm{D}}_{15} = 44^\circ{,}56 + 0{,}0134c - 0{,}0003614c^2$.

Même page, ligne 6 en remontant, *au lieu de* $-0{,}11689$, *lire* $-0{,}1168q$.

(Séance du 18 mars 1912.)

Note de M. *A. Haller*, Acides phényl, *p*-tolyl, diphényloxyhomocampholiques et leur transformation en benzyliden-*p*-tolyliden- et diphénylméthylencamphres.

La note de la page 744 se rapporte à la dernière ligne de la page 743.

(Séance du 15 avril 1912.)

Note de M. *Yves Delage*, Bathyrhéomètre enregistreur :

Page 958, ligne 10 en remontant, *au lieu de* tangentes, *lire* sinus,

Même page, 1[re] ligne de la note, *au lieu de* les tangentes d'angles doubles, *lire* le double du sinus des angles.

Même page, 2[e] ligne de la note, *au lieu de* tangentes, *lire* sinus.

Note de M. *Émile Borel*, Les bases géométriques de la mécanique statistique :

Page 970, ligne 8 en remontant, *lire ainsi la formule* :

$$\sum_{1}^{\mathrm{N}} x_i^2 = 1.$$

N° 17.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 22 Avril 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

COMMISSIONS.

PRÉSENTATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 17.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 18 (29 Avril 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur la compensation de la nouvelle méridienne de Quito.* Note de M. **Bassot**.

Le Ministère de l'Instruction publique vient de faire paraître deux nouveaux fascicules des Mémoires de la Mission géodésique en Équateur, concernant la mesure du nouvel arc méridien de Quito destiné à remplacer l'ancien arc du Pérou.

L'un de ces Volumes a trait à la compensation des angles du réseau géodésique et au calcul des triangles.

Il me paraît intéressant de signaler les particularités qui font de ce travail une œuvre tout à fait nouvelle dans la littérature de la Géodésie française.

I. La compensation d'un réseau géodésique considéré comme la projection, sur un ellipsoïde de référence donné, d'une triangulation dans laquelle, pour augmenter la précision des résultats, on a exécuté des observations surabondantes, mesures de bases ou observations angulaires, est un problème qui se ramène en dernière analyse à la recherche, par la méthode des moindres carrés, des corrections les plus probables à apporter aux quantités observées pour que, une fois corrigées, ces quantités satisfassent rigoureusement à certaines équations de condition. Le réseau est ainsi rendu géométrique, c'est-à-dire rigoureusement applicable sur l'ellipsoïde de référence choisi.

C'est pour la première fois que nous voyons paraître en France l'étude

d'une compensation rigoureuse, appliquée à un réseau mesuré par nos géodésiens.

Ni les missionnaires de l'Académie du XVIIIe siècle, ni les ingénieurs géographes, ni leurs successeurs de l'État-Major ne se préoccupèrent de ce problème dans son application.

La science géodésique est aujourd'hui plus exigeante. A la suite des savants travaux de Gauss et de Bessel, les calculs de compensation sont devenus très en faveur en Allemagne, puis presque partout à l'étranger. On s'est habitué avec raison à les regarder comme indispensables, pour ne rien laisser à l'arbitraire, de manière que chaque observation contribue au résultat final pour la part qui lui revient légitimement. En outre, la théorie de la compensation étant intimement liée à celle des erreurs, il devient possible d'en conclure des indications très nettes concernant la précision des observations isolées et celle des valeurs adoptées.

II. La compensation du nouvel arc de l'Équateur est l'œuvre du capitaine Perrier qui, après avoir pris part aux opérations sur le terrain pendant toute la durée de la mission, a assumé la tâche très importante de la préparation de la plupart des volumes concernant la mesure de l'arc.

Dans une question aussi spéciale, il était impossible d'entrer de suite au cœur du sujet, en se bornant à une sèche énumération de résultats numériques, sans exposer les méthodes, les notations et les procédés de calcul. Nous ajoutons que, même en écartant toute considération relative à l'arc équatorial, les pages de la première partie de l'Introduction donnent au Volume un très haut intérêt. L'auteur s'est en effet efforcé, sans tomber dans la forme didactique, qui ne saurait être de mise ici, de condenser aussi nettement et clairement que possible, en constituant un tout homogène, les théories éparses dans des Mémoires pour la plupart étrangers, et par cela même peu connus dans notre pays. A cet égard, cette Introduction comble une lacune dans la littérature géodésique française.

III. La seconde Partie de l'Introduction est consacrée à l'application des théories précédemment exposées au réseau géodésique du nouvel arc équatorial. En la lisant attentivement, on sent toute la distance qui sépare les spéculations théoriques des conditions réelles dans lesquelles s'exécutent les opérations sur le terrain. Nous y trouvons l'explication de la configuration du réseau qui ne laisse pas de paraître au premier abord singulière, réseau présentant vers les extrémités une inclinaison marquée par rapport au méridien et des côtés bien plus longs qu'au centre et nous constatons que,

malgré les difficultés du travail, le poids d'une direction finale observée est, à de rares et insignifiantes exceptions près, constant et de valeur normale dans toute l'étendue de la triangulation : c'est là le plus bel éloge qu'on puisse faire d'une pareille œuvre.

IV. Les Tableaux numériques qui forment la première Partie du fascicule, *Compensation des angles*, et la seconde Partie, *Triangles*, sont un résumé des calculs effectués au Service géographique sous la direction du capitaine Perrier et de M. Hasse, chef du Bureau des Calculs, lequel en a exécuté une bonne part, secondé par ses adjoints, MM. Jouanno et Reneaume.

Une simple inspection de ce résumé et de l'exemple détaillé de calcul, donné pour l'une des figures les moins compliquées, et il y en a 18 dont quelques-unes à 16 et 17 équations, montre combien est considérable le travail nécessaire pour rendre géométrique un réseau aussi étendu.

V. Enfin l'Ouvrage se termine par des conclusions approfondissant toutes les questions relatives au nouvel arc équatorial. Elles conduisent à des résultats remarquables qui méritent d'être cités ici avec quelques détails.

Pour l'ensemble du réseau, l'erreur moyenne de l'unité de poids (angle final observé), rigoureusement déduite des calculs de compensation proprement dits, par d'autres calculs aussi laborieux, est égale à ± 3‟051 (centésimales), soit ± 0″988 sexagésimales. Calculée par la formule approchée de l'Association géodésique internationale, d'application plus commode, elle est de ± 2‟474, soit ± 0″802. Ce qui est intéressant, ce ne sont pas tant ces nombres en eux-mêmes que leur comparaison avec les nombres correspondants relatifs à d'autres triangulations. Ouvrons par exemple le volumineux *Rapport sur les triangulations* de Ferrero, présenté en 1898 à la Conférence générale de l'Association géodésique tenue à Stuttgart, et nous y constatons que sur 24 valeurs de l'erreur précitée, calculées par la même formule de l'Association, pour les triangulations de premier ordre modernes exécutées dans autant d'États différents, 15 sont supérieures en valeur absolue à 0″802.

Les fermetures sur les deux bases de vérification, $0^{m},07358$ et $0^{m},02565$, soit $\frac{1}{897617}$, $\frac{1}{3204707}$, sont d'autant plus satisfaisantes que l'altitude moyenne de l'une des bases, par rapport à l'ellipsoïde de référence, est $-2691^{m},963$ et que, par suite, la correction à apporter à sa longueur mesurée pour la ramener au niveau de l'ellipsoïde atteint $+3^{m},47433$. Calculer une lon-

gueur de plus de 8^{km} à 2^{cm} près, en partant d'une base distante d'environ 500^{km}, par une triangulation se développant au-dessus de montagnes qui dépassent 4000^{m} d'altitude, est un fait qui ne saurait manquer de frapper l'esprit le moins scientifique.

Il est à noter enfin qu'en raison de ces excellentes fermetures, l'accord des bases, réalisé d'après les méthodes de Laplace, Puissant et Andræ, dont nous trouvons une belle application dans le fascicule présenté, n'introduit dans les longueurs des côtés du réseau que des corrections relatives ne dépassant pas $\frac{1}{89730}$ pour la Section nord, $\frac{1}{321700}$ pour la Section sud.

VI. Ces beaux résultats sont à l'éloge des officiers observateurs et plus particulièrement du capitaine Perrier qui, assumant la tâche difficile de tirer parti des documents recueillis, vient d'enrichir la Géodésie française d'une œuvre lui faisant honneur. Il n'est pas douteux que la suite des publications de l'Équateur, en justifiant les espérances fondées sur les premiers fascicules parus, confirmera cette certitude déjà acquise : la Section de Géodésie du Service géographique de l'Armée, sous la direction du colonel Bourgeois, s'est montrée digne de la confiance que lui a témoignée l'Académie, lorsque, il y a 12 ans déjà, elle l'a désignée pour aller mesurer l'arc de Quito, destiné à jouer un rôle des plus importants dans la détermination des éléments du sphéroïde terrestre.

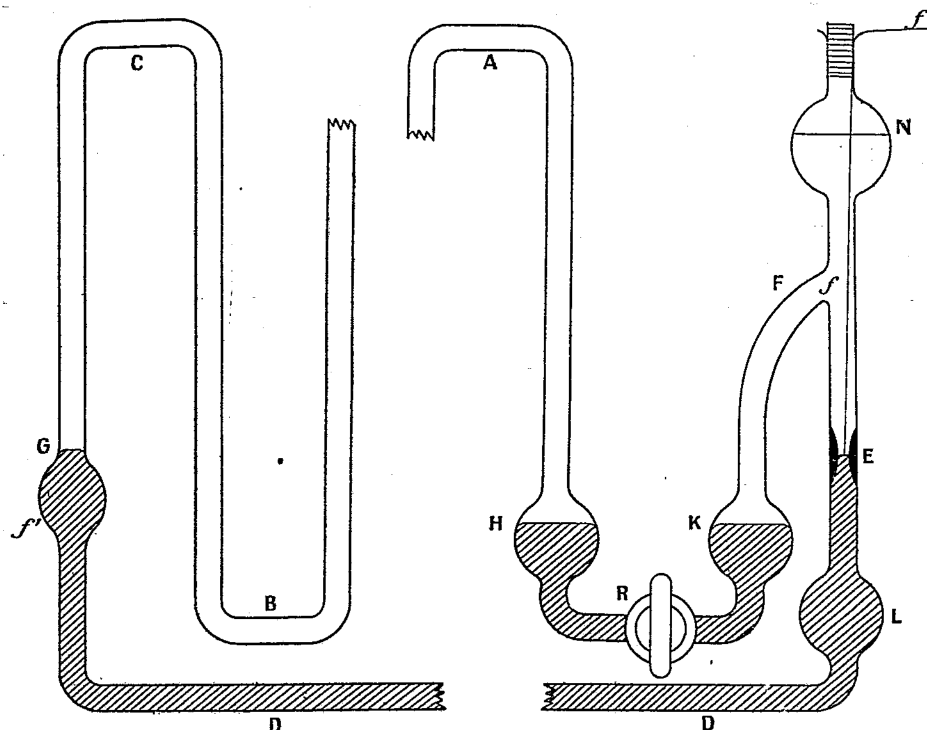
PHYSIQUE. — *Sur le régulateur de température en service au spectrographe stellaire de l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Maurice Hamy**.

La constance de température du train dispersif d'un spectrographe, destiné à la mesure des vitesses radiales, est indispensable à réaliser, pour empêcher les indices des prismes de varier et les images de se déplacer, sur la plaque sensible, pendant la pose. Cette constance s'obtient ordinairement au moyen d'une résistance, montée à l'intérieur de l'appareil, dans laquelle passe un courant électrique interrompu automatiquement, par le jeu d'un régulateur, dès que la température, devenue supérieure à celle de la salle d'observation, a tendance à dépasser une certaine limite. Le régulateur agit d'ailleurs indirectement, par l'intermédiaire d'un relais qui envoie le courant plus ou moins intense d'un secteur, dans la résistance, tant que la température est au-dessous de sa valeur limite et coupe ce courant sitôt qu'elle est atteinte.

La présente Communication a pour objet de faire connaître le régulateur

que j'ai fait construire, d'après mes indications, par M. Thurneyssen, pour maintenir constante la température intérieure du spectroscope stellaire annexé au grand équatorial coudé.

L'instrument, sensible au centième de degré, se compose d'un tube de verre, plusieurs fois replié sur lui-même, dont on voit les extrémités A et C



sur la figure (il y a quinze branches telles que CB, chacune de 20^{cm} de longueur et de 6^{mm} de diamètre intérieur).

La branche BC se continue par un tube doublement coudé CDLN terminé par une ampoule N et portant deux renflements en G et L. D'autre part, l'extrémité A est reliée à un robinet R, compris entre deux renflements H et K dont le dernier communique, en F, avec le tube LN.

Les parties de l'instrument couvertes de hachures, sur la figure, contiennent du mercure. Tout le reste, jusqu'au milieu de l'ampoule N (1), est

(1) Le volume de cette ampoule a été calculé de manière à ne pas se remplir ni se vider, par suite des dilatations, dans les limites de température que l'instrument est appelé à supporter. Les ampoules G et L sont destinées à empêcher le mercure de descendre trop bas, sous la même influence.

rempli de créosote, liquide assez dilatable qui jouit de la propriété de ne pas altérer les surfaces de mercure avec lesquelles il est en contact.

En service, le niveau du mercure dans la branche LN arrive, en E, dans un étranglement de 1^{mm} de diamètre, où pénètre aussi un fil de platine fin f. Ce fil et le fil f', soudé sous le renflement G, font partie d'un circuit contenant une pile de un ou deux éléments au sulfate de cuivre et l'électro-aimant du relais dont il a été question ci-dessus, circuit qui se ferme sitôt que le mercure arrive en contact, en E, avec le fil f et se coupe dès que ce contact est rompu (¹).

Au point de vue du déplacement du niveau du mercure dans l'étranglement E, lorsque la température varie, l'appareil qui s'emploie, robinet fermé, équivaut à un thermomètre de réservoir considérable RHABCGDLE, possédant une tige de 1^{mm} de diamètre.

Pour régler l'instrument, on le place dans une enceinte portée à la température limite qu'il s'agit d'obtenir. Lorsque l'équilibre est atteint, on amène le mercure à affleurer le fil f, en E, en inclinant plus ou moins le tube, après avoir ouvert le robinet R qu'on referme ensuite. Désire-t-on élever la température limite que doit maintenir l'instrument, on ferme le robinet, après avoir placé le niveau de mercure entre E et L; veut-on l'abaisser, au contraire, il faut que le niveau du mercure, au moment de l'obturation, se trouve au-dessus de E.

Le mercure logé dans les renflements H et K a uniquement pour but de réaliser un joint parfait, lorsque le robinet R est fermé, résultat qu'on n'obtient pas avec la créosote seule.

Sans être difficile à exécuter, l'introduction des liquides, dans le tube, demande quelques précautions.

On commence par le remplir entièrement de créosote, le réservoir N y compris, en laissant le robinet ouvert. Les bulles d'air qui s'introduisent, au cours de l'opération, s'éliminent facilement, après coup, en mettant en place le bouchon b, fermant le robinet et faisant suivre à ces bulles le chemin ABCDEN. On place ensuite l'instrument, le réservoir N en haut. Le robinet est ouvert, l'ampoule N vidée avec une pipette, puis du mercure versé, dans la branche EL, jusqu'à ce que l'ampoule G en soit remplie. Le métal, d'abord assez divisé, se réunit vite en une colonne continue. Pour faire pénétrer du mercure, dans les boules H et K, on fait usage d'un petit entonnoir effilé dont la pointe, légèrement recourbée, débouche dans le tube FK. On commence

(¹) On dispose les communications de façon que le courant du secteur passe dans la résistance, quand l'armature du relais n'est pas attirée, et soit rompu dans le cas contraire.

par en remplir l'ampoule K et une partie du tube FK, après avoir fermé le robinet R. Puis on incline le tube de telle sorte qu'une certaine quantité de créosote passe de H en K et monte, en F, quand on ouvre le robinet. Il n'y a plus qu'à redresser l'instrument pour voir le mercure pénétrer dans le renflement H. L'opération est alors terminée.

Dans le modèle en service à l'observatoire, le tube D est terminé intérieurement par un tube de platine, soudé au verre, pénétrant de quelques millimètres dans la boule L. Avant de mettre ce tube en place, son extrémité libre a été trempée dans un bain d'argent fondu, pour qu'elle soit ultérieurement mouillée par le mercure. Cette disposition évite, à coup sûr, un transport possible de créosote de CG en EN, par capillarité autour du mercure; mais elle n'est peut-être pas indispensable.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rôle de l'impression rétinienne prépotente dans les inversions stéréoscopiques. Intervention démonstrative d'une contre-prépotence créée au profit de l'impression la plus faible.* Note de M. A. CHAUVEAU.

Il a été établi, dans ma Note du 22 avril, que les impressions rétiniennes, en provenance de représentations stéréoscopiques, ne donnent pas nécessairement les effets de relief et de profondeur commandés par le mode de constitution de ces représentations. Ces effets peuvent être complètement *invertis* par l'action physiologique des centres percepteurs. On a pu constater que cette inversion se produit quand lesdites représentations rassemblent, symétriquement, les conditions *physiques* et *géométriques* capables de faire naître simultanément des impressions rétiniennes en opposition et d'*inégale intensité*. Lorsque ces impressions arrivent aux centres percepteurs, ceux-ci, *dominés par les impressions les plus fortes*, ne répondent aux *impressions les plus faibles* que par des *sensations semblables à celles que donnent les impressions d'intensité supérieure*.

La prépotence de ces dernières se présente donc hypothétiquement, avec une grande netteté, comme la cause immédiate des *inversions* imposées aux autres. Il apparaît alors non moins nettement que, si cette prépotence des images dominatrices pouvait être neutralisée, il en résulterait sûrement l'abolition de l'inversion stéréoscopique des images dominées. Ce serait la démonstration directe et tout à fait éclatante du rôle causal, qu'on a été logiquement amené à attribuer à la prépotence des impressions les plus fortes dans la production de cette inversion.

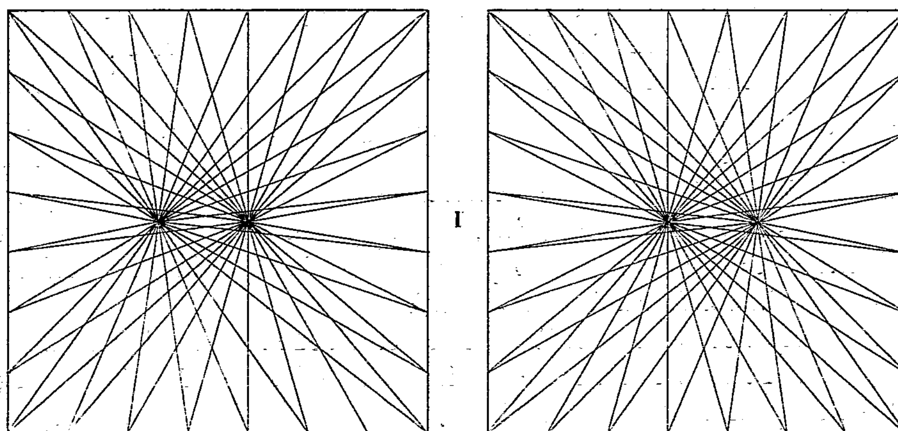
Tant au point de vue spécial de la théorie des inversions stéréoscopiques qu'au point de vue général du mécanisme de la production des sensations dans les centres percepteurs, le plus grand intérêt s'attache donc à la recherche des moyens d'arriver à ladite neutralisation de l'action prépotente des impressions dominatrices.

L'idéal, dans cette entreprise, c'était de réussir cette neutralisation en respectant absolument la cause de supériorité de l'impression prépotente primitive. C'était donc une contre-prépotence qu'il fallait rechercher et établir au profit exclusif de la perceptibilité de l'impression rétinienne la plus faible. Après un certain nombre d'essais intéressants mais infructueux, j'ai pensé au simple épaississement des traits représentant, dans la construction stéréoscopique, les détails de la projection de la pyramide la moins favorisée. Les résultats obtenus ont été excellents. Ils sont signalés dans les observations qui suivent, divisés en deux séries.

Première série d'observations. — Elles sont au nombre de trois. Toutes ont été faites avec les deux systèmes de projections géométriques qui ont été utilisés dans les figures 1, 2 et 3 de ma première Note.

N° 1. La figure 1 de cette première série est la reproduction servile de la troisième

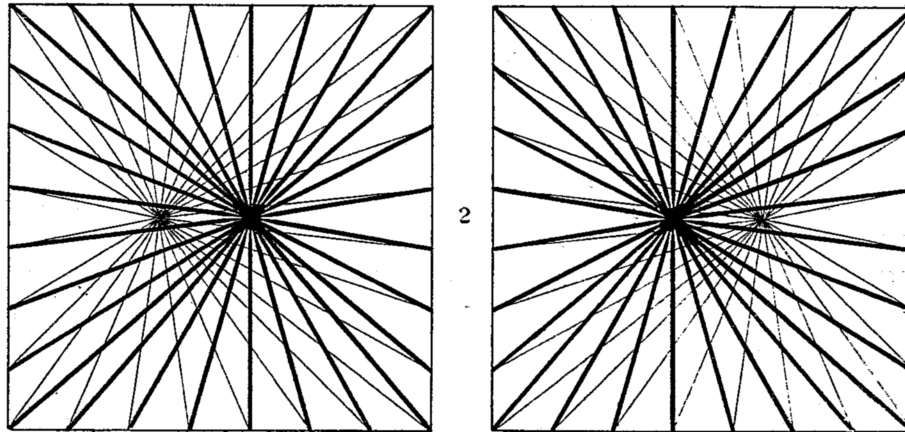
Fig. 1.



de ces figures (*Comptes rendus*, 22 avril, p. 1050), où les deux systèmes de pyramides formant une cage octaédrique sont projetés, *en mêmes traits fins*, sur leur base commune. L'action inversive exercée par la pyramide en creux, qui est prépondérante, sur la pyramide en saillie, se manifeste donc, à l'examen stéréoscopique, dans tout l'éclat de ses apparences paradoxales.

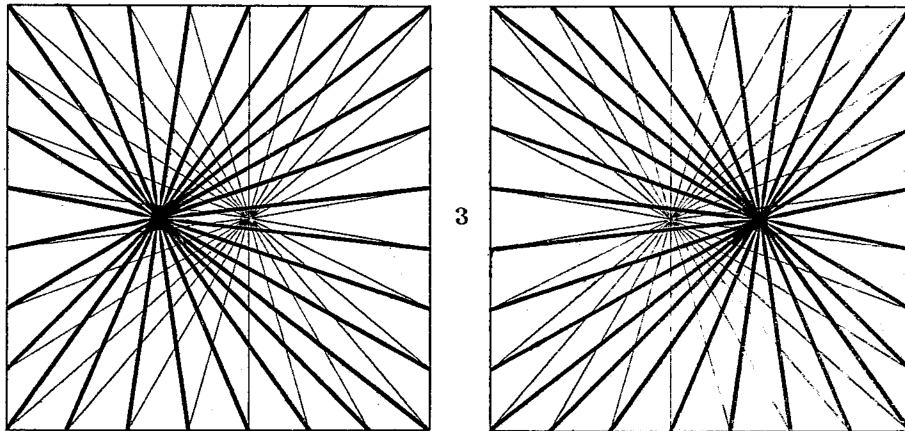
N° 2. Mais, dans la figure 2, les traits de cette dernière pyramide ont été convenablement épaissis. On en a augmenté ainsi la *perceptibilité* par la création d'une sorte de contre-prépotence, propre à contrarier et à supprimer l'effet inversif provoqué par la prépotence naturelle de la pyramide en creux. Les observateurs, habitués

Fig. 2.



à l'obtention, sans instrument, du dédoublement et de la nouvelle association des images rétiniennes, pourront, par un simple coup d'œil jeté sur cette figure, se con-

Fig. 3.



vaincre du succès complet de la contre-prépotence dont a été pourvue la pyramide en relief. *La saillie en apparaît avec une vigueur des plus remarquables. Son image rétinienne a donc récupéré toutes ses propriétés naturelles. Et, comme l'image de la pyramide en creux n'a pas perdu les siennes, en conservant les traits fins de sa représentation première, la figure reproduit bien cette fois dans le stéréoscope la*

forme d'une belle cage polyédrique composée de deux pyramides opposées base à base, l'une se présentant en saillie par son sommet; l'autre en creux par sa base. L'enseignement fourni par cette figure est donc du plus haut intérêt.

N° 3. La figure 3 est encore une reproduction de la figure 1, mais avec épaississement cette fois des traits de la pyramide creuse. Ce nouvel élément de prépotence ne pouvait rien ajouter à l'effet de celui dont elle était déjà capable. Aussi les figures 1 et 3 communiquent-elles à peu près exactement la même inversion à l'effet de saillie de la pyramide en relief. C'était à prévoir. Mais il fallait néanmoins s'assurer de ce résultat négatif, pour donner toute sa valeur à l'interprétation naturelle du beau résultat positif obtenu avec la figure 2.

Ainsi, dans cette série de trois figures reproduisant exactement les mêmes projections géométriques, disposées pour un effet stéréoscopique déterminé, il n'y en a qu'une, la figure 2, qui le réalise et le donne, du reste, en perfection; or c'est précisément celle — la seule — où le système dominé ait eu à profiter de l'accroissement de perceptibilité dû à l'épaississement des lignes du dessin de sa projection.

Le succès de la création de cette contre-prépotence a donc été complet.

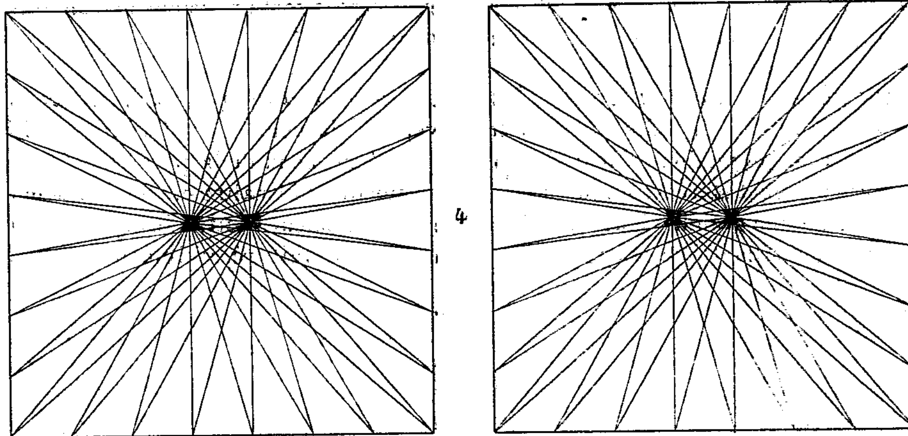
Deuxième série d'observations. — Il ne sera pas sans utilité d'exhiber les figures 4, 5 et 6, formant une série spéciale. En ce sens que la pyramide fuyante de la cage octaédrique y est plus accentuée que la pyramide saillante, cette série spéciale fait exactement pendant à la série composée des nos 1, 2 et 3. Elle en diffère par une notable particularité : les deux stéréogrammes qui constituent chacune de ces nouvelles figures 4, 5 et 6 sont non seulement réciproquement symétriques mais, de plus, parfaitement semblables. Donc, si les traits en sont d'épaisseur uniforme, la superposition des deux systèmes, dans le stéréoscope, ne peut donner que la sensation d'ensemble d'une figure résultante plane. Mais les deux projections géométriques représentées dans ces stéréogrammes n'en possèdent pas moins virtuellement le pouvoir de manifester les effets stéréoscopiques inhérents à leur construction, s'il intervient une influence destructive de la similitude des deux figures en superposition. Or l'épaississement de traits qui a été employé, dans la première série, pour créer une contre-prépotence, se prête admirablement à la réalisation de cette influence destructive. L'opération peut être appliquée soit à la pyramide en creux, dont elle libère la prépotence virtuellement existante, soit à la pyramide en saillie, qui, au lieu de rester dominée par sa congénère, en devient la dominatrice.

Ce sont là des résultats précieux, tout particulièrement adaptés à la solution du problème du mécanisme des inversions stéréoscopiques. Voyons comment ils se présentent dans chaque cas :

PREMIER CAS. — *Neutralisation réciproque des deux sytèmes de projections.* — Elle

est réalisée dans la figure 4 où tous les éléments qui la constituent sont tracés en lignes également fines. La similitude des deux stéréogrammes étant alors complète, on

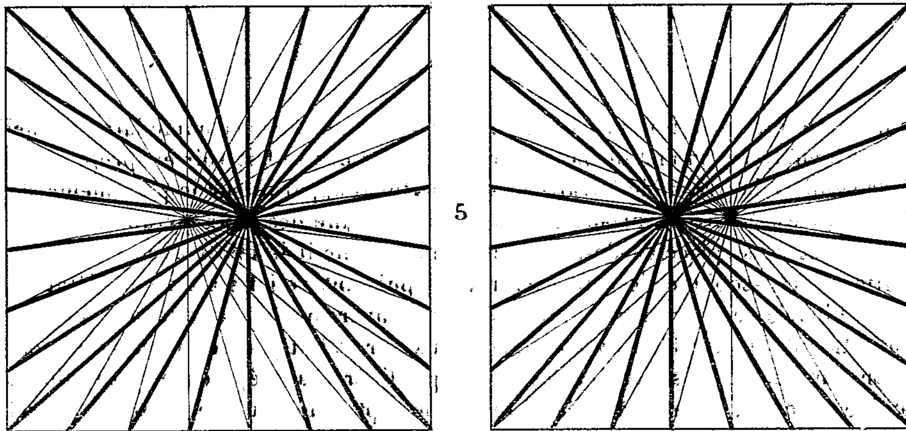
Fig. 4.



ne distingue pas plus le creux de la pyramide dominatrice que la saillie de la pyramide en relief.

Deuxième cas. — *Prépotence communiquée à la pyramide en saillie, transformée en dominatrice de sa congénère.* — Dans la figure 5, on a conservé à la seule pyramide

Fig. 5.

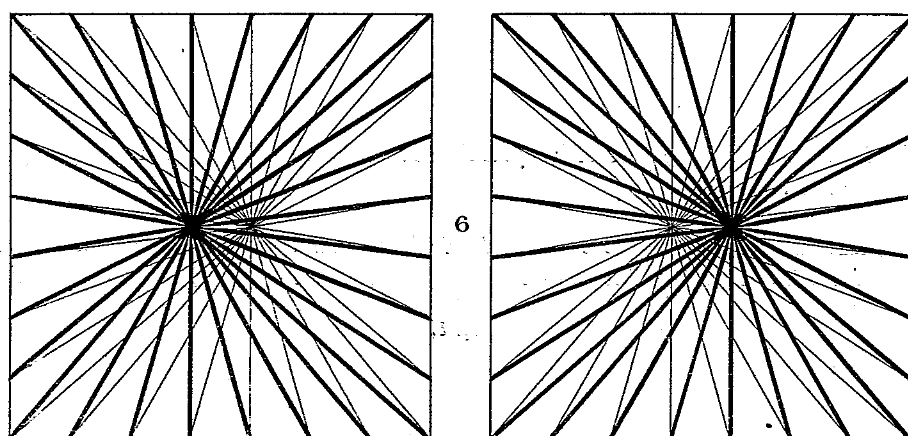


en creux la finesse de ses traits. *Ceux de la pyramide en saillie ont été sensiblement épaissis.* Le changement qui en résulte, dans l'effet stéréoscopique, est vraiment remarquable. Non seulement cette pyramide donne maintenant au maximum la sensation de son relief, mais elle tend à entraîner sa congénère, la pyramide en creux,

vers la même production d'un effet de relief. La sensation de creux que la projection en traits fins continue à provoquer est, en effet, tellement amoindrie que le sommet de la pyramide ne s'enfonce guère au delà du plan sur lequel il est projeté. Il apparaîtrait certainement en deçà si la grande valeur de la prépotence préétablie dans la pyramide en creux ne lui permettait d'opposer une plus forte résistance à son entraînement par la pyramide en saillie rendue accidentellement dominatrice.

Troisième cas. — *Libération de la prépotence naturelle de la pyramide en creux.* — C'est à la pyramide en relief qu'on a conservé, dans la figure *b*, la finesse primitive des traits de sa projection. L'épaississement a porté sur ceux de la pyramide fuyante. Aussi, est-ce l'effet stéréoscopique de la profondeur que fait naître cet épaississement. Cet effet est d'une grande vigueur. Il s'y ajoute naturellement l'action inversive exercée sur le système saillant. Dans la figure 6, cette action se traduit très visiblement, quoique

Fig. 6.



avec une certaine hésitation provoquée par les variations de l'accommodation visuelle. Tantôt, en effet, le sommet de la pyramide à traits fins se fait voir en profondeur, à côté de celui de la pyramide à traits épais. Tantôt il apparaît sur le plan même de la projection, c'est-à-dire la surface carrée base commune des deux pyramides. Jamais ledit sommet ne se place au-dessus de ce plan, comme il le ferait avec vigueur si la figuration stéréoscopique de cette pyramide à puissant relief était vue à l'état isolé. Ce sont bien là les caractères d'une véritable inversion, à laquelle une plus forte accentuation des traits de la pyramide en creux aurait fait perdre son caractère oscillant. En somme, l'épaississement des traits qui libère la prépotence naturelle de la pyramide en creux a rendu à celle-ci toutes les aptitudes qu'elle possède naturellement.

Conclusions. — *Ainsi la contre-prépotence imprimée à un système d'impressions rétiniennes dominées ne fait pas seulement disparaître l'inversion qu'il subit, du fait de la prépotence du système dominateur auquel il est conjugué:*

Cette contre-prépotence du système dominé lui donne même l'aptitude à devenir, à son tour, dominateur, à l'égard de son congénère descendu au rang de système dominé.

Il est ainsi démontré, sans prise laissée à la moindre objection, que la cause immédiate des inversions stéréoscopiques, provoquées par l'association d'impressions rétiniennes en opposition, réside dans l'inégalité de leur perceptibilité, quelle qu'en soit l'origine. Que cette inégalité résulte d'une différence dans la puissance des effets réciproquement inverses de ces impressions, ou dans celle des traits qui dessinent les stéréogrammes d'où elles proviennent, la prépotence des impressions dominatrices se présente toujours comme la clef du mécanisme de l'inversion des impressions dominées.

Il reste à recueillir et à présenter les documents qui compléteront cette première notion fondamentale et permettront d'expliquer comment la prépotence inversive des impressions rétiniennes dominatrices s'impose aux centres percepteurs.

M. **Volterra** fait hommage à l'Académie des *Opere matematiche del marchese* Giulio Carlo de' Toschi di Fagnano, qu'il a publiées en collaboration avec MM. G. Loria et D. Gambioli.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Division des Sciences mathématiques qui devra suppléer, pendant l'année 1912, dans la Commission du Fonds Bonaparte, M. *G. Lippmann*, élu Président, et de deux Membres de la Division des Sciences physiques qui devront remplacer, dans la même Commission, MM. *Haller* et *Delage*, Membres sortants.

M. **Grandidier**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Perrier** et **Guignard**, pour les Sciences physiques, réunissent la majorité des suffrages.

En conséquence, la Commission du Fonds Bonaparte sera composée, comme il suit, pour 1912 :

M. le prince **Roland Bonaparte** comme Membre de droit; M. **Lippmann**, Président de l'Académie; MM. **Émile Picard**, **Violle**, **Grandidier**, pour

les Sciences mathématiques; MM. **Ph. van Tieghem**, **Perrier**, **Guignard**, pour les Sciences physiques; M. **Alfred Picard**, pour les Académiciens libres.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'une Commission chargée de juger le concours du prix Leconte de l'année 1912.

MM. Émile Picard, Perrier, d'Arsonval, Haller, Alfred Picard, Le Chatelier, Lecornu réunissent la majorité des suffrages.

Ont obtenu ensuite le plus de voix : MM. Delage, Lallemand.

En conséquence, la Commission du prix Leconte sera ainsi composée :

MM. **Lippmann**, **Guyon**, **Darboux**, **Ph. van Tieghem**, Membres de droit, et MM. **Émile Picard**, **Perrier**, **d'Arsonval**, **Haller**, **Alfred Picard**, **Le Chatelier**, **Lecornu**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret du 19 avril 1912, autorisant l'Académie des Sciences à accepter le legs qui lui a été fait par M. *Loutreuil*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Description physique de l'île de Délos*. Première Partie, par Lucien Cayeux. (Présenté par le prince Roland Bonaparte.)

2° *Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines*, par Joseph Blayac. (Présenté par M. H. Douvillé.)

3° *Laennec avant 1806*, par Alfred Rouxeau. (Présenté par M. Guyon.)

ASTRONOMIE. — *Observation d'une ombre sur le ciel, après la phase centrale de l'éclipse du 17 avril 1912*. Note de MM. **Carimey**, **Raveau** et **Stablo**.

Nous avons observé l'éclipse d'un point du plateau de la Beauce, à 162^m d'altitude (longitude 48°36′10″, latitude W 0°39′30″), très près de la ligne de centralité.

Quelques minutes avant la phase centrale, l'horizon, assez embrumé, présentait, sur tout son pourtour, une bande de hauteur à peu près uniforme et de couleur mauve. Une seconde bande, beaucoup plus claire, formait la transition avec le bleu du ciel. La marche de la Lune et peut-être aussi l'épaississement de la brume amenèrent un assombrissement et une décoloration de ces deux bandes, principalement de la première. Après avoir observé des raies chromosphériques ([1]), l'un de nous signala au Nord-Est une ombre au-dessus de l'horizon. Entre une limite, très nette et légèrement inclinée vers le Nord, à gauche et une limite moins précise à droite, sur une largeur de plusieurs degrés, les deux bandes étaient devenues beaucoup plus sombres. La direction du centre de cette ombre nous a paru faire un petit angle vers le Nord avec la parallèle à la ligne de centralité, telle que nous l'avions repérée.

Nous nous étions retournés sans hâte après le troisième contact et nous avons pu observer l'ombre dans sa pleine intensité pendant une dizaine de secondes au moins, puis le phénomène s'est lentement évanoui.

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912.* Note de M. A. DE LA BAUME-PLUVINEL, transmise par M. Baillaud.

Désirant observer l'éclipse d'une station très voisine de la ligne centrale, j'ai établi mes instruments à Saint-Germain-en-Laye, en un point dont les coordonnées géographiques, mesurées sur la carte d'État-Major au $\frac{1}{20000}$, sont : longitude Est de Greenwich, $8^m 23^s,9$; latitude Nord, $48°53'34''$.

Les instruments employés ont été les suivants :

1° Un cinématographe donnant des images du Soleil de 14^{mm} de diamètre et qui, grâce à une disposition spéciale, photographiait, en même temps que le Soleil, le cadran d'un chronomètre. Chaque image cinématographique porte ainsi l'heure à laquelle elle a été prise. L'appareil fonctionnait à la vitesse de 13 à 14 images à la seconde.

Sur les photographies prises au moment de la phase maxima, on trouve, au bord est de la Lune, un point brillant dont l'angle de position est de 92° environ, et, au bord ouest, deux points à 245° et 308°. Ces grains de Baily, à l'est et à l'ouest de la Lune, paraissent avoir la même intensité sur les six épreuves prises entre $12^h 10^m 4^s,3$ et $12^h 10^m 4^s,7$, temps légal. On peut donc

([1]) Voir la Communication de M. B. Baillaud, p. 1037.

dire que la phase centrale a eu lieu à $12^h 10^m 4^s,5 \pm 0^s,2$. Mais il faut remarquer que, si la dépression du bord de la Lune qui a produit le grain de Baily à l'Est était plus profonde que les dépressions qui ont produit les grains de Baily à l'Ouest, — ce qui d'ailleurs a probablement été le cas, — la superposition des centres du Soleil et de la Lune aura eu lieu un peu avant l'heure que nous venons d'indiquer, lorsque le grain du bord est était un peu plus intense que les grains du bord ouest.

Nous avons aussi fait fonctionner le cinématographe au moment des deux contacts externes pour pouvoir déterminer les instants précis de ces contacts. La bande cinématographique prise au dernier contact a pu seule être utilisée, et son examen indique que le contact a eu lieu à $1^h 32^m 7^s$.

2° Un objectif de 12^m de distance focale, alimenté par le miroir d'un cœlostat, nous a donné sept images du Soleil au premier contact, autant aux environs de la phase centrale, et autant au dernier contact. Les clichés des contacts externes serviront à déterminer les instants de ces contacts par la mesure de la distance des cornes de l'échancrure.

Sur les clichés de la phase centrale, nous comptons faire des pointés sur les bords de la Lune pour tracer son contour et en déduire l'instant de la superposition des centres du Soleil et de la Lune.

Tous ces clichés ont été pris à des instants déterminés avec précision, car j'avais établi un poste récepteur de télégraphie sans fil qui m'a permis de recevoir les signaux horaires de la tour Eiffel pendant la matinée du 17 avril.

3° Quatre photographies ont été prises aux environs de la phase centrale avec un objectif de $0^m,10$ de diamètre et $1^m,50$ de distance focale, en posant 1^s à 4^s. Les clichés montrent, autour de la Lune, du côté opposé au croissant solaire, une légère auréole attribuable à la couronne. Mais cette auréole est trop peu étendue pour qu'on puisse distinguer les détails de sa structure.

4° Un spectroscope à trois prismes nous a permis d'obtenir le spectre de la partie de la chromosphère située entre deux grains de Baily, vers l'angle de position de 130°. La fente du spectroscope ayant été très largement ouverte, j'ai obtenu une série d'images monochromatiques de la chromosphère entre $\lambda 486$ et $\lambda 389$. Le nombre de ces images est considérable car, entre H et K, on en compte une quarantaine.

ASTRONOMIE. — *Mesures d'éclairement faites pendant l'éclipse du 17 avril* 1912. Note de MM. **R. Jouaust** et **P. de la Gorce**, transmise par M. Baillaud.

Nous avons cherché à relever l'éclairement produit par le soleil sur un plan horizontal à diverses époques de l'éclipse du 17 avril dernier.

Ces mesures ont été faites aux Clayes (S.-et-O.) à 130^m d'altitude par 0° 21′ 9″,8 de longitude ouest et 48° 49′ 13″ de latitude boréale. Ces renseignements géographiques nous ont été fournis par M. Boquet. Nous avons utilisé pour nos déterminations le photomètre Mascart du Laboratoire central d'Électricité, une lampe électrique, alimentée par une batterie d'accumulateurs transportable, servant d'étalon. Le réglage de cette lampe se faisait en maintenant constante l'intensité du courant la traversant. Les heures de lecture étaient évaluées sur un chronomètre de précision vérifié le jour même.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le Tableau ci-dessous, dans lequel les heures sont exprimées en temps légal et les éclairements en lux :

Heures.	Éclairement (lux).
h m s	
10.42.50,5	50000
55.15,5	50000
11. 0.50,5	45000
14.13,5	40000
20.40,5	38000
29.21,5	35000
38.50,5	28000
42.54,5	25000
46.51,5	22000
50. 7,5	17000
53.32,5	14000
56.25,5	10000
59. 0,0	7400
12. 0. 8,5	6200
0.43,5	5700
1.27,5	4800
2. 0,0	4100
2.22,5	3700
2.40,5	3300
3.14,5	2700
3.44,5	1900
4.27,5	1420

Heures.	Éclairement (lux).
h m s 12.5.26,5	1200
6.30,5	1040
7.11,5	960
7.33,5	820
8. 5,5	780
8.30,5	520
8.50,5	380
9.55,5	16
11.15,5	480
12.19,5	790
12.50,5	1090
14.25,5	1740
15.23,5	2100
16.48,5	2850
18.28,5	3480
20.21,5	7000
22. 8,5	8000
24.35,5	10700
26.40,5	12300
29. 2,5	13500
31.52,5	25000
35.36,5	29500
40.17,0	35000
50.49,0	50000
1. 8.54,0	50000
17.24,0	50000

Il est intéressant de noter que la courbe qui traduit graphiquement ces mesures est dissymétrique par rapport à l'époque de la phase maximum et que l'éclairement croît plus vite qu'il ne décroît.

CINÉMATOGRAPHIE APPLIQUÉE. — *Enregistrement de l'éclipse de Soleil du 17 avril sur la portion espagnole de sa trajectoire.* Note de MM. **Fred Vlès** et **Jacques Carvallo**, présentée par M. le Prince Roland Bonaparte.

L'application de l'enregistrement cinématographique aux phénomènes astronomiques n'est pas chose inattendue : on sait que c'est précisément à l'Astronomie qu'on doit le principe dont est sorti le cinématographe (révolver de Janssen), et il est étrange qu'aucune application des méthodes perfectionnées actuelles n'ait encore été tentée jusqu'ici ; cependant l'in-

térêt d'une telle application n'est point passée inaperçue, comme le montrent les nombreuses tentatives, qui ont été faites simultanément sur des points très variés le 17 avril dernier.

Nous avons nous-mêmes, chargés de cette mission par le Ministère de l'Instruction publique, fait divers essais dans ce sens à proximité de la zone de totalité, à Cacabelos (Léon) [1].

Nous y avons disposé deux postes cinématographiques de caractéristiques différentes, dont les résultats devaient se compléter. Les deux postes ont été pourvus *d'enregistrements horaires* directs sur le film, obtenus en projetant sur un coin de la pellicule, au moyen d'un petit objectif latéral à court foyer et d'un prisme à réflexion totale, l'image très diminuée d'un chronomètre. Les deux appareils avaient en outre l'un et l'autre des diaphragmes-iris permettant de faire varier l'ouverture du système pendant l'évolution du phénomène.

I. Le premier appareil, fixe, était placé devant un héliostat. Objectif de $0^m,60$ de foyer. Un écran monochromatique jaune vert (Wratten n° 73 δ), laissé à demeure pendant toute l'expérience, permettait d'éviter la surexposition et ne laissait impressionner la pellicule que par le bord solaire lui-même, indépendamment de tout phénomène lumineux annexe. Cet appareil, marchant à la vitesse moyenne de 15 images à la seconde, a commencé à fonctionner 3 minutes avant la totalité; il a eu malheureusement un accident qui l'a immobilisé au moment même de l'occultation maxima, de sorte que son film ne représente que la phase ascendante du phénomène.

II. Le deuxième appareil, mobile dans toutes les directions de l'espace sur un support approprié du type théodolite, était braqué à la main dans la direction du Soleil. Objectif de $0^m,50$ de foyer. Au moyen de cet appareil nous avons tenté :

α. De prendre les contacts, à $\frac{f}{50}$, avec interposition d'un écran monochromatique vert (Wratten n° 74 ε), et à une vitesse de 50 images à la seconde ;

β. De prendre la phase centrale du phénomène, sans aucun écran, avec une ouverture croissant jusqu'à $\frac{f}{10}$ et une vitesse plus réduite, par conséquent sans chercher à éviter la surexposition des régions où le bord solaire

---

[1] Notre poste était placé, à côté de celui de l'Observatoire de Madrid, au point géodésique $\varphi = 3^\circ 1' 40'',5$ W de Madrid et $\lambda = 42^\circ 35' 53'',0$ N (détermination d'une précédente Commission espagnole). Ce point s'est trouvé très légèrement au nord-ouest (4^{km} environ) de la trajectoire de la centralité, qui, d'après les relevés du général Azcárate, a passé à Campo Naraya où le cône d'ombre avait moins de 700^m de large.

était à découvert, pour tâcher de saisir, soit la couronne, soit d'autres phénomènes lumineux trop faibles pour être enregistrés autrement. Nous avons effectivement recueilli sur le film une image de la couronne bordant en liséré tout l'hémisphère sud de la Lune, diverses protubérances de l'hémisphère sud, et aussi une série de traînées lumineuses assez semblables à celles décrites dans les *Instructions* de M. Bigourdan (1) et sur l'origine desquelles nous ne pouvons encore rien affirmer. Ces divers phénomènes ont échappé nécessairement à tous les appareils ayant fonctionné avec écran. Ce dernier film est parfaitement projetable et ne présente aucune trace de trépidations. Sa vitesse de prises de vues ayant été notablement supérieure à la vitesse usuelle de projection, il ralentit sensiblement à la projection la phase si courte (moins de 7 secondes à Cacabelos) comprise entre le deuxième et le troisième contacts (2).

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux isothermiques*. Note de M. **Tzitzéica**.

L'étude des solutions quadratiques d'une équation de Laplace à invariants égaux conduit, je l'ai fait voir, à une généralisation de la transformation D_m d'une surface isothermique donnée par M. Darboux.

Je me propose maintenant de montrer que cette transformation D_m de M. Darboux, ainsi généralisée, met en évidence un nouveau réseau isothermique, que l'on pourra considérer comme transformé du réseau initial par une transformation nouvelle. Nous désignerons par T_m cette transformation, parce qu'elle se confond avec la transformation T_m de M. Bianchi (*Annali di Matem.*, t. XII), dans le cas des surfaces isothermiques de notre espace.

A cet effet, je considère le système (10) de ma Note précédente (*Comptes rendus*, 5 février 1912), vérifié par les $n+2$ fonctions λ, μ, ϖ_p $(p=1, 2, \ldots, n-2)$, φ et σ, à l'aide desquelles on définit une transformation D_m généralisée.

(1) Bigourdan, *Les éclipses du Soleil*, p. 39. Gauthier-Villars, 1905.

(2) Qu'il nous soit permis d'exprimer notre reconnaissance à S. A. le Prince Roland Bonaparte, qui a bien voulu subvenir à la plus grande part des frais de notre expédition, et à MM. les professeurs Y. Delage et François-Franck, ainsi qu'à notre collègue L. Chevroton, pour l'appui qu'ils ont bien voulu nous apporter et pour le matériel qu'ils ont eu la complaisance de nous confier.

Ce système admet $n+2$ solutions linéairement indépendantes

$$\lambda_i,\quad \mu_i,\quad w_p^i,\quad \varphi_i,\quad \sigma_i \qquad (i=1, 2, \ldots, n+2).$$

Entre deux solutions, distinctes ou non, il est facile de voir qu'on a la relation suivante

$$\lambda_i\lambda_k + \mu_i\mu_k + \sum_p w_p^i w_p^k - m(\varphi_i\sigma_k + \varphi_k\sigma_i) = a_{ik},$$

a_{ik} étant une constante. Comme le système en question est linéaire, il admet, en même temps que les $n+2$ solutions précédentes, toute combinaison linéaire entre ces solutions. On peut alors profiter de cette propriété et choisir les constantes a_{ik} de la manière suivante :

$$a_{11} = a_{22} = \ldots = a_{nn} = 1, \qquad a_{n+1,n+1} = a_{n+2,n+2} = 0,$$
$$a_{ik} = 0, \qquad \text{sauf} \qquad a_{n+1,n+2} = -1 \qquad (i \neq k).$$

On peut démontrer alors, à l'aide des formes quadratiques réciproques, qu'on a les relations

$$\sum_1^n \varphi_i^2 = 2\varphi_{n+1}\varphi_{n+2}, \qquad \sum \lambda_i^2 = 2\lambda_{n+1}\lambda_{n+2}, \qquad \sum \mu_i^2 = 2\mu_{n+1}\mu_{n+2} + 1,$$
$$\sum \lambda_i\varphi_i = \lambda_{n+1}\varphi_{n+2} + \lambda_{n+2}\varphi_{n+1}, \qquad \sum \mu_i\varphi_i = \mu_{n+1}\varphi_{n+2} + \mu_{n+2}\varphi_{n+1}, \qquad \ldots.$$

On en conclut aisément, à l'aide du système (10), que le point

$$x_1 = \frac{\varphi_1}{\varphi_{n+1}}, \qquad x_2 = \frac{\varphi_2}{\varphi_{n+1}}, \qquad \ldots, \qquad x_n = \frac{\varphi_n}{\varphi_{n+1}}$$

décrit un réseau isothermique et qu'on a

$$\sum dx_i^2 = \frac{e^{2\theta}}{\varphi_{n+1}^2}(du^2 + dv^2).$$

Je crois que cette méthode fera mieux comprendre l'origine de la transformation T_m de M. Bianchi.

Remarques. — 1° Les transformations D_m et T_m peuvent se généraliser aussi en sens rétrograde et donnent alors des transformations intéressantes des réseaux isothermiques plans ou sphériques.

2° Parmi les résultats énoncés dans ma Note de janvier, ceux concernant le théorème de permutabilité de M. Bianchi pour les surfaces isothermiques, ont été trouvés antérieurement, par une autre méthode, par M. Demoulin dans ses recherches sur la transformation de Ribaucour.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les systèmes de Lagrange à paramètre principal.* Note de M. E. DELASSUS, présentée par M. Appell.

1. Un système S de n équations différentielles ordinaires du second ordre déterminant les n paramètres $a, b_1, \ldots, b_{n-1}$ en fonction de la variable t sera dit *à paramètre principal* a s'il possède n intégrales premières où les b ne figurent que par leurs dérivées b'; l'élimination des b' entre ces n intégrales fournit alors *l'équation principale*

$$F(a, a', t) = 0,$$

qui donne l'intégration complète de S par quadratures chaque fois qu'elle est intégrable par quadratures. C'est, par exemple, ce qui arrive forcément quand les n intégrales sont indépendantes du temps, car l'équation principale est alors de la forme

$$F(a, a') = 0.$$

2. *Si un système* S, *résolu par rapport aux dérivées secondes, est de la forme*

$$(S) \qquad \begin{cases} a'' = A(a', b', a, b, t) \\ b_i'' = B_i(a', b', a, b, t) \end{cases} \qquad (i = 1, 2 \ldots, n-1),$$

les A *et les* B *étant des formes quadratiques de* $a', b'_1, \ldots, b'_{n-1}$, *et est à paramètre principal au moyen de* $n-1$ *intégrales linéaires* $I_1, \ldots, I_{n-1}$ *et d'une intégrale* J *algébrique et entière par rapport aux* a', b', *non linéaire et ne se réduisant pas à une intégrale linéaire en vertu des intégrales* I, *l'équation principale, algébrique et entière en* a', *ne contient jamais de terme du premier degré si elle est indépendante du temps.*

Soit

$$f(a', b', a, t) = h,$$

l'intégrale J, f étant un polynome entier de degré m en $a', b', \ldots, b'_{n-1}$. En y transportant les b' tirés des intégrales I et qui sont fonctions linéaires de a', nous aurons l'équation principale

$$F(a', a, t) = h,$$

F étant un polynome entier de degré m en a'. On en tire l'équation du second ordre

$$\frac{\partial F}{\partial a'} a'' + \frac{\partial F}{\partial a} a' + \frac{\partial F}{\partial t} = 0.$$

On montre que cette équation doit être identique à la première équation de S dans laquelle on aurait également remplacé les b', ce qui lui aurait donné la forme

$$a'' = \alpha a'^2 + \beta a' + \gamma.$$

Il en résulte l'identité

$$\frac{\partial F}{\partial a'}(\alpha a'^2 + \beta a' + \gamma) + \frac{\partial F}{\partial a} a' + \frac{\partial F}{\partial t} = 0.$$

Introduisons l'hypothèse que l'équation principale ne contient pas t, l'identité se réduit à

$$\frac{\partial F}{\partial a'}(\alpha a'^2 + \beta a' + \gamma) = -\frac{\partial F}{\partial a} a',$$

qui montre que $\alpha\beta\gamma$ sont indépendants de t et des b et ensuite que a' est en facteur dans le premier membre.

Ou bien $\frac{\partial F}{\partial a'}$ contient a' en facteur, donc F n'a pas de terme en a';

Ou bien γ est nul; l'identité se réduit à

$$\frac{\partial F}{\partial a'}(\alpha a' + \beta) + \frac{\partial F}{\partial a} = 0,$$

elle admet visiblement une solution linéaire

$$\lambda a' + \mu,$$

indépendante de t et des b, et F, qui en est également indépendante, est de la forme

$$F = \Phi(\lambda a' + \mu).$$

Il en résulte que, en vertu des intégrales I, l'intégrale J s'écrirait

$$\Phi(\lambda a' + \mu) = \text{const.},$$

c'est-à-dire se ramènerait à l'intégrale linéaire

$$\lambda a' + \mu = \text{const.}$$

3. Les équations de Lagrange du mouvement d'un système holonome soumis à des forces ne dépendant que de la position et des vitesses sont de la forme que nous venons de considérer, donc on peut leur appliquer la propriété précédente; en particulier :

Si l'intégrale J *est quadratique, l'équation principale, chaque fois qu'elle*

sera indépendante du temps, sera de la forme simple

$$a'^2 = F(a).$$

4. Convenons d'appeler *intégrale des forces vives* l'intégrale obtenue quand la combinaison des forces vives effectuée sur les équations de Lagrange donne une dérivée exacte et supposons, dans ce qui va suivre, que le système de Lagrange soit à paramètre principal au moyen de $n-1$ intégrales linéaires $I_1, \ldots, I_{n-1}$ et de l'intégrale J des forces vives. On peut alors démontrer les propriétés suivantes :

L'équation principale ne peut être indépendante du temps que si les $n-1$ intégrales linéaires I *résultent uniquement de combinaisons faites sur les $n-1$ équations de Lagrange qui correspondent aux paramètres b.*

Si les forces ne dépendent que de la position et si les n intégrales $I_1, \ldots, I_{n-1}$, J *sont indépendantes du temps, ce qui conduit forcément à une équation principale indépendante de t, les équations de Lagrange relatives aux b sont, telles qu'elles sont obtenues, des dérivées exactes, et il existe une fonction* G *quadratique par rapport aux dérivées, ne contenant ni t ni les b, au moyen de laquelle les équations de Lagrange peuvent s'écrire*

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial G}{\partial a'}\right) - \frac{\partial G}{\partial a} = 0$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial G}{\partial b_i}\right) = 0.$$

et mettent en évidence les n intégrales sous la forme

$$G_2 - G_0 = h,$$

$$\frac{\partial G}{\partial b_i} = \text{const.}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Modèles arithmétiques et analytiques de l'irréversibilité apparente.* Note de M. **Émile Borel.**

On sait que les explications mécaniques de l'irréversibilité apparente conduisent à considérer une fonction H, égale au signe près au logarithme de l'entropie, et dont les propriétés paraissent au premier abord paradoxales. Cette fonction est, *en général*, égale à son minimum et en un point où elle diffère de son minimum, elle présente *en général* un maximum. Il est aisé de construire des fonctions arithmétiques ayant des propriétés

analogues; je me bornerai à en indiquer un des exemples les plus simples; on se rendra compte aisément des modifications par lesquelles on se rapprocherait encore davantage de l'allure de la fonction H de Boltzmann.

Soit x un nombre de 10^n chiffres, et α la valeur absolue de l'excès du nombre des chiffres pairs sur le nombre des chiffres impairs; si α est inférieur à 10^{n-1}, on posera $y = \psi(x) = 0$; si α est compris entre $10^{n-1}\beta$ et $10^{n-1}(\beta + 1)$, β étant un entier, on prendra $y = \beta$. La fonction y est définie pour les valeurs entières de x comprises entre 0 et 10^{10^n}; on peut ramener, par un changement de variable linéaire sur x, cet intervalle à coïncider avec tout autre intervalle, $0 - 1$ par exemple; mais on obtient ainsi seulement une courbe discontinue en escalier. Voici comment on peut avoir une courbe continue. Soit x un nombre compris entre 0 et 1, écrit sous forme de fraction décimale; soit x_1 le nombre entier formé par les 10^{n_1} chiffres qui suivent immédiatement la virgule; x_2 le nombre entier formé par les 10^{n_2} chiffres suivant ceux-ci, x_3 le nombre entier formé par les 10^{n_3} chiffres suivants, etc. Désignons par y_k le nombre $\psi(x_k)$ qui correspond à l'entier x_k suivant la règle précédemment expliquée; nous poserons

$$y = \varphi(x) = y_1 . 10^{-a_1} + y_2 . 10^{-a_2} + \ldots + y_k . 10^{-a_k} + \ldots .$$

Si les entiers fixés une fois pour toutes $n_1, n_2, \ldots, n_k, \ldots; a_1, a_2, \ldots, a_k, \ldots$ sont *convenablement choisis* (1), cette fonction y a les propriétés suivantes :

1° Elle est continue et n'admet pas de dérivée.

2° Elle est, *en général*, *minimum en général* et reste *en général* égale à son minimum [*en général* signifiant ici : 1° que l'ensemble des points où la fonction n'est pas *minimum en général* est de mesure nulle et 2° que si l'on entoure un point x_0 qui rend la fonction *minimum en général* d'un intervalle $x_1 x_2$ suffisamment petit, la mesure relative de l'ensemble des points de l'intervalle où la fonction n'est pas égale à ce minimum $\varphi(x_0)$ tend vers zéro avec l'intervalle, tandis qu'en tout autre point de l'intervalle la fonction est supérieure à $\varphi(x_0)$].

3° Tout point où la fonction n'est pas minimum peut être regardé comme un *maximum en général* (exception faite au plus pour une infinité dénombrable de points).

Les notions de *minimum en général* et de *maximum en général* s'éclair-

(1) Ces entiers doivent être pris croissants avec l'indice k, les a croissant moins vite que les n. Je préciserai le mode de croissance dans le Mémoire détaillé.

cissent si l'on introduit la notion que je crois nouvelle de *dérivée en moyenne*.

Une fonction $\varphi(x)$ admet *une dérivée en moyenne à droite* définie par la relation suivante, sous la condition que la limite existe :

$$D_M^d \varphi(x_0) = \lim_{x_1 = x_0} \frac{1}{x_1 - x_0} \int_{x_0}^{x_1} \frac{\varphi(x) - \varphi(x_0)}{x - x_0} dx \qquad (x_1 > x_0).$$

On définit de même la *dérivée en moyenne à gauche* :

$$D_M^g \varphi(x_0) = \lim_{x_2 = x_0} \frac{1}{x_0 - x_2} \int_{x_2}^{x_0} \frac{\varphi(x) - \varphi(x_2)}{x - x_2} dx \qquad (x_2 < x_0).$$

On peut dire alors que, pour la fonction $\varphi(x)$, les *dérivées en moyenne* sont nulles, sauf en un ensemble de mesure nulle. En presque tous les points où ces dérivées ne sont pas nulles, la dérivée à droite est $-\infty$ et la dérivée à gauche $+\infty$, ce qui caractérisera, par définition, un *maximum en général*.

Une fonction n'est certainement pas déterminée par la connaissance de ses *dérivées en moyenne*, du moins lorsque celles-ci sont fréquemment égales à $\pm\infty$. Il serait au moins nécessaire de connaître en outre, en ce cas, l'ordre d'infinitude et la partie principale de l'intégrale qui les définit en fonction de l'étendue de l'intervalle d'intégration.

Les exemples que je viens d'esquisser, et que je développerai avec d'autres dans un travail plus étendu, montrent qu'il est possible de donner des modèles analytiques continus des fonctions discontinues de la physique moléculaire. L'étude abstraite de ces modèles peut être faite indépendamment de toute considération physique et conduira certainement à des résultats intéressants au point de vue mathématique, peut-être à des suggestions utiles au point de vue physique (1).

Cette méthode arithmétique et analytique pourra aussi être rapprochée de la méthode géométrique à laquelle j'ai consacré une Note récente (2).

(1) J'utilise pour les démonstrations de cette Note la théorie des probabilités dénombrables que j'ai développée il y a quelques années (*Rend. di Palermo*, t. XXVII, 1909). A ce propos, je ferai observer que la démonstration donnée dans ce Mémoire, p. 248-251, pour un théorème fondamental, dans le cas des probabilités indépendantes, s'étend, dans des conditions très larges, au cas plus général *des probabilités non indépendantes*. Les objections faites récemment par M. Bernstein contre l'application de ce théorème à la théorie des fractions continues sont donc aisées à lever.

(2) *Comptes rendus*, 15 avril 1912. Je profite de l'occasion pour préciser et compléter en deux points cette dernière Note. Dans l'énoncé sur le *cube* à N dimensions,

PHYSIQUE. — *Sur l'apparition de nouvelles raies dans un tube de Geissler à brome placé dans un champ magnétique.* Note de M. G. Ribaud, présentée par M. J. Violle.

On a signalé depuis longtemps (Chautard, Van Aubel) (¹) les changements de coloration produits par un champ magnétique sur la lumière émise par des tubes de Geissler placés perpendiculairement au champ. Dans le cas du brome, pour lequel le phénomène est particulièrement net, la colonne positive d'abord violacée devient franchement verte sous l'influence du champ. Plus récemment, Berndt (²) constate simplement un renforcement du spectre, Zonta (³) publie des photographies comparatives qui montrent que l'effet du champ magnétique est analogue à celui d'une capacité.

Dans une première série d'essais sur le brome j'ai employé des tubes à électrodes extérieures, munis latéralement d'un petit récipient contenant du brome plongé dans un réfrigérant à température convenable. La décharge était obtenue au moyen d'une bobine de Rühmkorff avec Wehnelt. Pour rechercher si le changement de coloration est localisé dans le champ, j'ai utilisé un tube de 50^{cm} de long muni de deux étranglements identiques dans lesquels la décharge passe en série; l'un est placé dans le champ, l'autre en dehors du champ. Quand on établit le champ magnétique, le changement de coloration se produit à la fois dans les deux étranglements. Il faut donc conclure que l'effet du champ *est un effet secondaire dû à une modification du régime de décharge.*

Le changement de coloration, très net aux basses pressions, ne se manifeste plus pour des pressions dépassant 1^{cm} de mercure.

Pour étudier la modification produite par le champ magnétique dans le régime de décharge, j'ai pris un tube analogue aux précédents, mais muni d'électrodes en

---

la distance relative des plans perpendiculaires à une diagonale doit, pour que l'analogie avec la *sphère* soit complète, être mesurée en prenant cette diagonale comme unité. L'*ellipsoïde* non absolument irrégulier, tel que je l'ai défini, possède en outre la propriété suivante : *en général*, la distance du centre à la normale est *très petite;* cette propriété montre, peut-être plus nettement encore, combien un tel *ellipsoïde* est voisin d'une *sphère*.

(¹) Cotton, *Phénomène de Zeeman*, p. 30.

(²) Berndt, *Annalen der Physik*, t. VIII, 1902, p. 625-642.

(³) Zonta, *Nuovo Cimento*, t. VII, 1904, p. 321-333.

platine. La décharge est obtenue au moyen d'une batterie d'accumulateurs pouvant donner 10000 volts; une résistance convenable est placée en série dans le circuit. En l'absence de champ, l'étranglement vu au miroir tournant montre que la décharge est continue. Pour de très faibles valeurs du champ, l'étranglement présente au miroir tournant l'aspect d'une plage uniforme violacée sillonnée irrégulièrement de raies vertes très brillantes. Pour de plus grandes valeurs du champ, on obtient des raies brillantes sur fond complètement obscur; ces raies vont en s'espaçant et deviennent plus intenses à mesure que le champ augmente et, pour un champ magnétique suffisant, la décharge cesse. Il est bon de remarquer qu'un voltmètre placé aux bornes du tube indiquera un potentiel plus élevé que le potentiel effectif de décharge; une seule grandeur conserve un sens, c'est le potentiel explosif. Bien que, en raison des causes perturbatrices nombreuses (effluves entre le tube et l'électro-aimant), ce potentiel explosif soit difficile à déterminer de façon précise (¹), l'expérience montre nettement que le potentiel augmente très rapidement avec le champ magnétique.

La production du régime discontinu semble due à la cause suivante : pour un champ suffisant, la gaine positive étant soufflée contre la paroi, la décharge cesse. Dès lors, les différentes capacités situées dans le circuit (parois du tube au voisinage des électrodes) se chargent à un potentiel croissant; lorsque ce potentiel est devenu suffisant, il éclate une brusque étincelle entre les électrodes.

Si cette explication est exacte, une capacité en dérivation aux bornes du tube devra accentuer le phénomène.

En l'absence de champ magnétique, si la capacité est suffisante, la décharge est discontinue. Perkins (²) a déjà signalé ce fait, mais l'aspect de chacune des décharges est beaucoup plus complexe qu'il ne l'indique. Villard (³) a montré que la décharge d'un condensateur à travers un tube de Geissler présente l'aspect d'un trait initial fin, suivi d'une plage plus large.

J'ai retrouvé dans le cas du brome ce même résultat; pour certaines décharges on observe même une seconde plage encore plus large et plus affaiblie que la première. Si l'on produit un champ magnétique croissant, le trait initial finit par subsister seul. Chaque décharge présente dans le tube à vide l'aspect d'un filament sinueux qui n'est plus soufflé contre la paroi. On remarquera que ceci est en tous points analogue à la décharge à l'air libre dans un champ magnétique (soufflage magnétique de l'arc). En augmentant le débit moyen et diminuant la capacité, j'ai pu obtenir jusqu'à 20000 étincelles par seconde. La présence de la paroi rend le phénomène beaucoup plus régulier que dans le soufflage magnétique à l'air libre.

(¹) J'ai utilisé pour ces déterminations de potentiels explosifs un potentiomètre constitué par 10 mégohms construit sur les indications de M. Chaumont.

(²) PERKINS, *Comptes-rendus*, t. 148, 1909, p. 1389.

(³) VILLARD, *Journal de Physique*, 1908, p. 346.

En résumé, dans un tube de Geissler, *le champ magnétique transforme la décharge continue en une décharge discontinue plus ou moins condensée* (1). La conclusion est la même, quel que soit le gaz situé à l'intérieur des tubes.

Les expériences précédentes m'ont permis de mettre en évidence, expérimentalement, le fait suivant, qu'il me paraît intéressant de signaler : Le potentiel explosif, dans le champ magnétique, est notablement abaissé si l'on place une forte capacité en dérivation aux bornes du tube. Ceci s'explique en remarquant que la décharge est d'autant plus courte, et par conséquent l'effet du champ magnétique d'autant moins marqué, que la quantité d'électricité qui peut être instantanément mise en jeu est plus grande. Les expériences récentes de Villard et Abraham (2) ont montré que, même en l'absence de champ magnétique, la nature de la source qui alimente la décharge influe déjà notablement sur la valeur du potentiel explosif.

SPECTROSCOPIE. — *Structure de quelques bandes spectrales.* Note (3) de M. **R. Fortrat**, présentée par M. Deslandres.

Dans une Note précédente, j'ai étudié la structure des bandes telluriques A, B et α. D'autres bandes présentent encore le même caractère : on peut énoncer la même règle pour la répartition de leurs raies, et elles contiennent aussi d'importantes perturbations liées à l'absence de une ou de deux raies voisines. Les bandes spectrales présentent souvent des perturbations: Deslandres, surtout, y a signalé des irrégularités, parfois accidentelles, mais le plus souvent liées à l'absence ou au dédoublement d'une raie, et il leur a attribué une grande importance, en particulier pour la recherche des bandes d'une même série dans un spectre de bandes. Dans les bandes dont je m'occupe ici, elles atteignent une grandeur inaccoutumée.

Bande verte du carbone. — Elle a été étudiée surtout par Thiele (4) et Leinen (5). Sa tête est à $\lambda = 5165,296\,\text{Å}$ et les raies s'en éloignent vers le violet. Elle se compose de cinq séries enchevêtrées. Au voisinage de $\lambda = 5132\,\text{Å}$, manquent cinq raies appartenant respectivement aux cinq

(1) En utilisant le champ magnétique et une forte capacité en dérivation aux bornes du tube, on obtient de façon très commode une décharge fortement condensée dans un tube de Geissler.

(2) Villard et Abraham, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1286.

(3) Présentée dans la séance du 1er avril 1912.

(4) Thiele, *Astroph. Jour.*, t. VIII, 1898, p. 1.

(5) Leinen, *Zeitsch. für wiss. Phot.*, t. III, 1905, p. 137.

séries, tandis qu'au même endroit apparaît un groupe de raies serrées que Thiele et Leinen ont décrit comme une seconde tête. En réalité c'est une perturbation qui correspond à l'absence des raies régulières.

Thiele donne une formule excellente jusqu'aux raies de numéro d'ordre égal à environ ± 40. Sa formule, uniquement empirique, contient 8 constantes : pour la série la plus intense, elle donne une erreur quadratique moyenne très faible, de 0,033 Å, mais elle est moins bonne pour les autres séries. Avec une formule quadratique corrigée,

$$N = 25,45\,m^2 + 24,63\,m + 1935936 \quad - 0,0006\,m^4,$$

on a une erreur quadratique moyenne de 0,11 Å.

Ce complexe de séries paraît ne pas faire partie d'un groupe.

Bande des carbures d'hydrogène. — La bande des carbures d'hydrogène ($\lambda \cong 4390$ Å) est beaucoup plus compliquée que les précédentes ; de même que les trois bandes telluriques A, B, α, elle contient une belle série de doublets. Le procédé graphique que j'ai indiqué montre que les deux groupes ε et ζ distingués par Eder [1] ne forment en réalité qu'une seule bande. J'en donne une représentation où le groupe ε est plus complet que dans le dessin de Eder : je n'y ai marqué que les raies les plus intéressantes, en séparant celles qui ont des numéros d'ordre positifs et négatifs : leur longueur sur le dessin est proportionnelle à leur intensité. A l'endroit où manquent deux raies, la perturbation se traduit en outre par une brusque augmentation de l'intensité, par un déplacement notable des raies et par l'apparition au début du groupe ζ d'un grand nombre de lignes reproduites dans le dessin de Eder et qui donnent au début de ce groupe l'aspect d'une tête de bande. La formule

$$N = 47\,m^2 + 90\,m + 2272000 \quad - 6.10^{-7}\,m^6$$

représente les fréquences avec une erreur quadratique moyenne de 0,4 Å. Il manque les raies + 30 et − 31. Il existe une autre série très faible mélangée avec la série principale. Cette bande paraît ne pas faire partie d'un groupe.

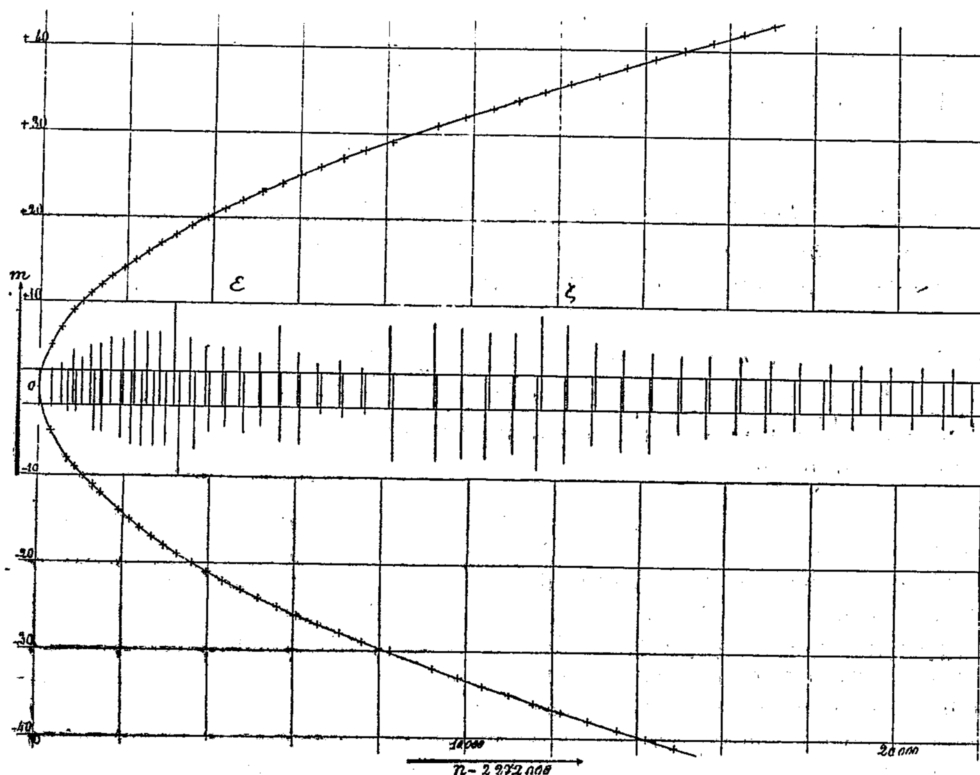
---

[1] Eder et Valenta, *Beiträge zur Photoch. u. Spectralanal.*, p. 347. — Kayser, *Handbuch*, 5, p. 231.

Bandes de l'eau. — Leurs têtes ont pour longueurs d'onde ([1]) :

α) $\lambda = 3064$ Å, β) $\lambda = 2811$ Å, γ) $\lambda = 2608$ Å, δ) $\lambda = 2449$ Å.

Elles contiennent de belles séries de doublets, qui ont été rapprochées par Deslandres des séries similaires des bandes telluriques A, B, α ([2]).



En particulier, la bande α a été mesurée avec une grande exactitude par Meyerheim ([3]).

La construction graphique que j'ai indiquée réussit très bien : il n'est pas nécessaire de distinguer quatre groupements de raies. La tête a pour longueur d'onde $\lambda = 3063,86$ Å. On y rencontre aussi une importante perturbation qui rappelle tout à fait celle que j'ai signalée au début du groupe ζ des carbures d'hydrogène. Il est très probable que les mêmes

([1]) Eder, *Denkschrift Wien. Akad.*, 1890, p. 57.

([2]) Deslandres, *Comptes rendus*, t. 50, 1885, p. 845.

([3]) Meyerheim, *Zeitsch. für wiss. Phot.*, 2, 1904, p. 131.

caractères pourront se retrouver dans les trois autres bandes qui, photographiées à faible dispersion, présentent exactement le même aspect.

J'ai montré que l'introduction des nombres négatifs, due à Thiele pour le cas de la bande verte du carbone, donne des résultats remarquables dans d'autres bandes, en particulier dans les bandes d'absorption de l'oxygène atmosphérique dont l'édifice moléculaire est certainement entier. La loi approchée que j'ai indiquée correspond donc probablement à un caractère important de la vibration de la molécule, où les grosses perturbations que j'ai signalées doivent jouer un grand rôle.

PHYSIQUE. — *Sur la combustion gazeuse tourbillonnaire et sur son analogie avec les apparences des nébuleuses et des comètes.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai montré dans ce Volume (p. 700) que le jet enflammé d'un chalumeau, par suite de sa vitesse, provoque autour de lui une extinction dans la flamme qu'il frappe et y fait ainsi apparaître un vide obscur bordé par un bourrelet lumineux.

Ce bourrelet, vu de face, a pour génératrice une courbe plus ou moins ouverte; la particularité sur laquelle je veux insister, c'est qu'il présente, dans le sens de sa courbure génératrice, des *rayures* alternativement brillantes et obscures (*fig.* 1). Elles accompagnent la *flamme spirale*, visible dans la tranche du bourrelet, et ne forment qu'un phénomène avec elle. Si le jet du chalumeau atteint seulement la partie blanche éclairante de la flamme papillon, on ne les observe pas, le bourrelet se produit sans spirale et sans rayures; mais s'il atteint au contraire la partie obscure, spirale et rayures apparaissent très nettes. L'expérience doit être faite le plus possible à l'abri des courants d'air qui font vaciller la flamme et changent les points d'attaque du chalumeau. Voici l'explication que j'en puis fournir.

L'intérieur obscur d'une flamme ou *substratum,* ainsi que je l'ai exposé dans ma précédente Note, est entouré de la couche mince de la nappe d'allumage bleu pâle, jusqu'au niveau de la partie blanche; cette nappe d'allumage par le choc du jet du chalumeau *s'enroule* sur elle-même avec la partie intérieure obscure, absolument comme la crête d'une vague qui va se briser : le bourrelet lumineux n'est autre que l'apparence de cette vague gazeuse. Il est donc en réalité un rouleau formé par deux couches distinctes. Vu par sa tranche, il montre la spirale que j'ai décrite; vu de face, au contraire, on l'aperçoit avec les bandes ou rayures qui correspondent à chacune des spires, car la couche lumineuse extérieure est assez transparente pour laisser apparaître les bandes obscures. La figure 2 permet de se rendre compte du phénomène. L'apparition des bandes indique donc l'apparition de la spirale, et inversement. Quand le jet du chalumeau baisse vers la base de la flamme par suite d'un léger accroissement de pression,

les bandes et les spires se multiplient subitement, le diamètre de la spirale s'accroît et l'on aperçoit cinq ou six spires concentriques, de même le nombre des bandes est augmenté.

Je suis naturellement conduit à rapprocher ces diverses apparences de celles que certaines comètes présentent dans leurs transformations, qui s'observent, on le sait, surtout dans le voisinage du périhélie et suivant la

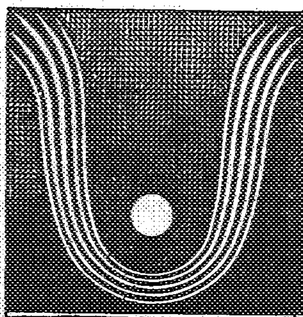


Fig. 1. — Bourrelet lumineux déterminé dans la flamme du gaz d'éclairage par un jet du même gaz obtenu au moyen d'un chalumeau [1].

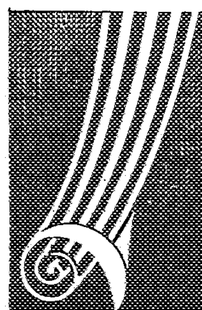


Fig. 2. — Bourrelet vu de profil à sa partie inférieure. La partie large de la *spirale* est claire et estompée plus que ne le montre le dessin.

région traversée par l'astre. La plupart des comètes, qui demeurent éloignées du Soleil à une distance plus grande que le rayon de l'orbite terrestre, sont signalées comme des astres faibles sans appendice, entourées d'une nébulosité plus ou moins reconnaissable; celles qui s'en rapprochent davantage subissent des transformations qu'on peut classer en deux modalités correspondant à deux ordres de phénomènes de combustion gazeuse, laquelle est principalement régie par la loi essentielle des rapports du combustible au comburant. Il en est de même des protubérances solaires qui sont quiescentes ou explosives. Certaines comètes en effet se transforment progressivement, régulièrement, ce sont les comètes quiescentes; d'autres affectent une allure désordonnée, explosive; j'y ai déjà fait allusion (*Comptes rendus*, t. 153, p. 863); il y aura lieu d'y revenir, car certaines observations révèlent des propriétés appartenant à la flamme explosive. Je dois me borner aujourd'hui à l'examen rapide des comètes

[1] Le disque représente la flamme du chalumeau vue de face et suivant sa section agissante.

quiescentes, dont les transformations apparentes semblent s'harmoniser avec les phénomènes que je viens de décrire.

Elles sont constituées par un noyau brillant, entouré d'une chevelure arrondie et d'une queue généralement dirigée à l'opposé du Soleil, en sorte que la direction varie avec l'évolution de l'astre. Le noyau est petit par rapport au reste; si son éclat change, il reste uniforme dans son ensemble, tandis que l'éclat de la chevelure s'estompe, tout comme le bourrelet dans mon expérience.

Mais il y a plus, certaines comètes arrivent à montrer progressivement les rayures. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter un coup d'œil sur la série de dessins de la comète de Daniel (1907 *d*) publiés par M. Esclangon (*Comptes rendus*, t. 146, p. 18). Les trop rares documents que j'ai ne me permettent pas de dire si les spires correspondantes ont été entrevues, parce que le bourrelet s'est présenté de face et non par la tranche; toutefois leur existence était probable, car les rayures ou queues partielles ont montré la même disposition et la même valeur de tons que dans la reproduction artificielle, avec une courbure progressive au sommet qu'on remarque aussi dans les rayures du bourrelet.

L'analogie ne se conçoit que si l'astre, constitué par le noyau proprement dit, pouvant être partie solide, partie gazeuse (dans mes expériences le jet est gazeux), pénètre en approchant du Soleil dans des milieux gazeux combustibles, qui fournissent la matière nécessaire au développement lumineux immense, en contraste avec la petitesse du noyau. Leur matière gazeuse, issue principalement du Soleil, s'en éloigne et trace ainsi la direction changeante de la queue, comme font les gaz de la flamme, et l'on conçoit par le même mécanisme l'élargissement, le rétrécissement ou la courbure du faisceau des queues. A défaut d'autre indication, remarquons que les gaz brûlés des flammes solaires doivent être réduits, c'est-à-dire retransformés en combustible et en comburant, par les rayons ultraviolets du Soleil, et fournir, après leur réduction, un milieu combustible.

L'examen spectrographique des comètes quiescentes révèle les principales bandes de Swan et du cyanogène (également bandes de combustion) [1] qui s'observent autour du noyau et « s'étendent un peu dans la queue ». C'est là précisément que doit se trouver la nappe d'allumage; le spectre de la queue est différent; la localisation du spectre de Swan, et la

---

[1] H. Chrétien, *Comète de Daniel* (*Comptes rendus*, t. 145, p. 550). — Lagrula et H. Chrétien, *Comètes de Kiess et de Brooks* (*Comptes rendus*, t. 153, p. 378 et 926).

production d'un spectre différent plus loin, est ce qui s'observe dans la flamme (*Comptes rendus*, t. 153, p. 863). Cela ne peut guère s'expliquer en invoquant un autre phénomène; la production de flamme conduit nécessairement à admettre l'existence d'un milieu combustible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Valeur approchée du poids moléculaire du caoutchouc.* Note de M. **Paul Bary**, présentée par M. A. Haller.

On sait que le caoutchouc, comme tous les colloïdes, existe à un état élevé de polymérisation, mais on en ignore la valeur exacte. Le diisoprène ($C^{10}H^{16}$), qui est la molécule simple du caoutchouc, se combine à lui-même pour former des groupements sur l'importance desquels on n'a que peu de renseignements. La valeur du degré de polymérisation n de la molécule $(C^{10}H^{16})^n$ varie suivant les auteurs de 8 ou 10 (Kondakof) (¹) à 50 ou 60; ces dernières valeurs sont obtenues par l'étude des solutions de caoutchouc et j'ai montré (²) que les mesures faites sur les solutions colloïdales ne pouvaient conduire sûrement à la détermination du poids moléculaire et donnaient, sans doute, des nombres trop grands.

Si l'on envisage que l'hydrocarbure $(C^{10}H^{16})^n$ est très probablement formé par une chaîne de molécules $C^{10}H^{16}$ soudées ensemble par leurs liaisons éthyléniques, on voit que la molécule entière ne possède que deux doubles liaisons terminales, comme les molécules plus simples.

Dans le cas où l'on fait agir sur le caoutchouc un corps susceptible de fournir un composé d'addition, on conçoit que, si son action est assez lente, les doubles liaisons libres commenceront par se saturer; puis, pour une addition plus grande du nouveau corps, il sera nécessaire que la molécule $(C^{10}H^{16})^n$ se scinde en molécules plus petites, chaque rupture de la chaîne libérant deux doubles liaisons. Le soufre agit assez doucement sur le caoutchouc pour qu'on en puisse graduer les effets et s'en servir à cet usage.

Lorsque, dans un mélange de soufre et de caouchouc, convenablement chauffé sous pression, la quantité de soufre combiné est telle que toutes les doubles liaisons terminales ne sont pas saturées, le mélange contient des molécules de caoutchouc non vulcanisé et des molécules d'un sulfure de polyprène $(C^{10}H^{16})^nS^2$. Ce corps est insoluble à froid dans la benzine

---

(¹) Kondakof, *Rev. Chimie pure et appl.*, 21 avril 1912.

(²) P. Bary, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1386.

alors que le caoutchouc $(C^{10}H^{16})^n$ est soluble; on peut donc assez aisément, sinon avec précision, déterminer s'il reste du caoutchouc libre dans le mélange en constatant si celui-ci est partiellement soluble. En augmentant, dans des expériences successives, la quantité de soufre combiné, on observe un moment où le caoutchouc devient entièrement insoluble à froid.

Le produit obtenu alors correspond en totalité à la formule $(C^{10}H^{16})^nS^2$, ou, au moins, à cette formule prise comme moyenne.

Or l'expérience montre que la plus faible vulcanisation du caoutchouc correspond à 2,5 pour 100 de soufre combiné; on a donc pour la valeur de n :

$$n = \frac{97,5 \times 32 \times 2}{2,5 \times 136} = 18,4.$$

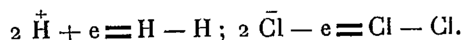
Ce nombre est en assez bon accord avec la formule donnée par O. Weber pour le plus bas des sulfures de polyprène : $C^{200}H^{320}S^2$, qui fournit la valeur $n = 20$.

Il est donc à peu près certain que le poids moléculaire du caoutchouc, à la température de la vulcanisation (140° C.), est voisin de $136 \times 20 = 2720$; il est, sans doute, plus élevé à la température ordinaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Remarque sur les Communications de M. Pierre Achalme : Du rôle des électrons interatomiques dans la catalyse et dans l'électrolyse* (1). Note de M. **N.-L. Müller** (de Berlin), présentée par M. Ch. Moureu.

M. P. Achalme a publié dernièrement (2) deux notes dans lesquelles, entre autres vues, il développe une idée que j'ai émise il y a déjà quelques années (3).

De ses équations chimiques, il résulte qu'une liaison chimique peut être le résultat de l'action d'un seul électron. M. Achalme admet donc que deux charges positives peuvent être neutralisées par un électron unique. Comme preuve, je rappellerai les formules suivantes de M. Achalme :



$$2\,\overset{+}{H} + e = H - H\ ;\ 2\,\overset{-}{Cl} - e = Cl - Cl.$$

Ce sont ces mêmes formules que j'ai déjà publiées dans mon travail.

(1) Traduit de l'allemand.
(2) *Comptes rendus*, t. 154, p. 352 et 647.
(3) *Jahrb. der Radioact. und Electronik*, t. V, p. 402.

Comme conséquence de semblables équations et d'autres considérations, je puis, de mon côté, conclure que l'électron possède une charge double de celle de l'ion H.

Si M. Achalme n'a pas tiré cette conséquence de ses équations, ces dernières montrent, d'elles-mêmes, qu'une semblable supposition pourrait être faite. Je prends donc la liberté d'indiquer, à cet effet, ma priorité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A propos de la Communication de M. N.-L. Müller.* Note de M. **P. Achalme**, présentée par M. Ch. Moureu.

La réclamation de priorité de M. Müller présente ceci de très particulier qu'elle ne porte ni sur les faits ni sur les conclusions énoncés dans mes Communications des 5 février et 4 mars 1912. M. Müller ne réclame en effet la priorité de ses recherches que pour les déductions que l'on pourrait tirer de mon travail au sujet de la grandeur de la charge de l'électron. Cette considération étant restée absolument en dehors de mon objectif et me semblant, du reste, de nature à ne pas être résolue aussi simplement que l'indique M. Müller, je ne cherche nullement à contester, du moins en ce qui me concerne, la priorité de M. Müller sur le point précis qui fait l'objet de sa note. Je me permettrai toutefois de faire remarquer que si l'hypothèse de M. Müller peut être déduite de mes considérations sur les électrons interatomiques, la réciproque n'est pas vraie, et que le travail de M. Müller ne constitue nullement une antériorité en ce qui concerne les conclusions réelles, et non possibles, de mes communications.

Du reste, dans le travail de M. Müller, le mot électron est pris dans son sens abstrait, c'est-à-dire représente le quantum minimal d'électricité connu. C'est là la signification qu'il donne au symbole ε dans ses formules. Dans mes communications, au contraire, je me suis attaché à donner à l'électron la signification concrète, objective, d'une particule possédant une masse propre en même temps qu'une charge électrique déterminée. C'est ce composant universel de la matière que j'ai cherché, après Ramsay, à faire entrer dans les formules chimiques, avec cette *différence capitale* que, pour Ramsay et Stark, les électrons qui lient entre eux les atomes pour former les molécules font *partie intégrante des atomes eux-mêmes*, alors que, dans mon hypothèse, les électrons saturant les valences sont simplement *accolés aux atomes dont ils assurent la liaison sans faire partie de l'agrégat atomique proprement dit.*

Tels étaient le but et le sens de mes communications; il me suffit qu'il soit bien établi que la réclamation de priorité de M. Müller ne concerne en rien cette hypothèse, qui rend seule compte de la fragilité relative de l'édifice moléculaire par rapport à la solidité de l'édifice atomique.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la technique de la fabrication des poteries de terre cuite provenant de fouilles opérées dans la Susiane.* Note de M. **Albert Granger**, présentée par M. A. Haller.

Les poteries dont il s'agit font partie des objets rapportés par la mission Morgan; elles ont été mises à ma disposition par M. Pottier, conservateur de la céramique antique au Musée du Louvre.

J'ai pu examiner des poteries pour ainsi dire intactes ainsi que des débris et un échantillon d'argile locale.

Poteries. — Ces poteries appartiennent à deux types différents au point de vue de la fabrication; les unes sont façonnées à la main, tandis que les autres paraissent tournées.

Nous avons examiné trois petits vases appartenant à la première catégorie. En les regardant avec attention, on voit que l'habileté des ouvriers qui les façonnaient était assez diverse, si ces vases sont de la même époque.

Deux d'entre eux appartiennent à une fabrication très primitive. Ils sont faits avec une argile fine, marneuse. Le façonnage est très grossier, car on relève sur les vases des variations d'épaisseur notable. L'ouvrier n'a pris le soin de lisser ni l'extérieur ni l'intérieur. Au toucher, la surface est rugueuse. La pâte ne laisse voir aucun corps étranger ajouté à dessein comme dégraissant. La poterie a été faite avec l'argile telle qu'on la trouvait après un malaxage rudimentaire.

Le troisième vase présentait un aspect plus fini; de loin, il donnait l'apparence d'une pièce tournée, mais en l'examinant de plus près, on peut se rendre compte qu'il a dû être fait à la main sans le secours du tour par des gens plus exercés que les auteurs des poteries précédentes. L'extérieur est plus lisse et l'intérieur est plus uni que celui des vases précités. Néanmoins on n'y remarque pas le lissage de la surface externe que l'on voit sur les pièces tournées.

Les poteries que nous estimons avoir été confectionnées sur le tour sont également d'un travail primitif. Sur les pièces que j'ai eues à ma disposition, je ne vois pas trace de tournassage. Après l'ébauche, on s'est contenté de les laisser sécher, sans chercher à leur donner une surface plus lisse et plus régulière.

La matière première employée dans la confection de ces poteries était une marne argileuse assez ferrugineuse. Sur une poterie cuite, il est difficile de déterminer avec certitude la nature chimique de la matière première. J'ai pu me procurer un échantillon d'argile de même provenance que ces poteries. Cette terre servait à confectionner des tablettes sur lesquelles on écrivait.

L'attaque à l'acide sulfurique, après dosage de l'anhydride carbonique provenant du calcaire présent, m'a donné :

Matière argileuse	28,57
Sable et débris rocheux	27,10
Calcaire	37,58
Humidité	2,70
Eau combinée	4,05

Une semblable argile cuit au petit rouge avec une teinte jaunâtre prononcée; sa fusibilité est grande. J'ai pu constater, du reste, que tant cette argile que les poteries examinées fondaient au four à porcelaine dure (vers 1400°) en un verre brun, fortement ferrugineux.

Cette argile ne représente peut-être pas exactement l'argile employée dans la fabrication des poteries qui nous intéressent, mais je la donne comme un type des matières premières employées dans cette région et à cette époque par les potiers. La faible teneur en argile explique pourquoi on ne voit pas de traces de dégraissants dans la pâte.

La cuisson de ces poteries, autant qu'on peut le déduire de leur porosité, a été effectuée à une température qui n'a pas atteint 1000°. Je n'ai aucune idée du four qui a pu servir à la cuisson. Les ruines de ces fours étaient dans un tel état de délabrement qu'il n'a pas été possible de les reconstituer.

Débris de poteries. — Ces débris appartiennent à des vases ornés de dessins noirs de forme géométrique.

Les débris des vases dits *de la première période* proviennent de vases assez élancés de forme et assez finis parfois pour permettre de croire qu'ils ont pu être tournés. Les dessins noirs ont de l'épaisseur et du brillant; ils donnent l'impression d'un colorant posé avec un fondant. Je n'ai pas réussi à détacher cette matière noire sans entraîner avec elle des fragments considérables du vase. J'ai dû me borner alors à ne chercher que les éléments constitutifs, sans chercher à les doser. J'ai trouvé du fer en quantité abondante, accompagné d'un peu de manganèse. Ces résultats concordent avec ceux indiqués par M. Foster [1] en analysant des poteries grecques. Le colorant

[1] *Journal of the american chemical Society*, t. XXXII, 1910, p. 1259.

est constitué par un oxyde de fer manganésifère naturel. Le fondant n'est pas un fondant plombeux, c'est un fondant alcalin renfermant très vraisemblablement de la chaux et de la soude combinées sous forme de silicate.

On trouve des dessins mats sur les vases dits *de la deuxième période*. Ces dessins sont obtenus en posant simplement le colorant au pinceau, sans fondant, sur la poterie crue. Au feu, le ton noir s'est développé sans prendre de glacé. Les poteries qui portent ces dessins sont inférieures aux précédentes comme technique, et pourtant, d'après les archéologues, elles leur sont postérieures. Ceci indiquerait alors que les poteries de la deuxième période auraient été fabriquées par un autre peuple que les autres, absolument ignorant de leurs procédés techniques.

L'examen chimique et pyrométrique m'a montré que les matières premières employées étaient du même ordre.

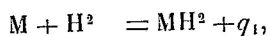
CHIMIE MINÉRALE. — *Le rôle de la valence dans la stabilité des combinaisons métalliques binaires.* Note de M. **Camille Matignon**, présentée par M. Le Chatelier.

Considérons les combinaisons solides formées par un métal réfractaire M avec les métalloïdes gazeux, hydrogène, oxygène et azote. Ces combinaisons, si le métal M est divalent, auront généralement les formules suivantes :

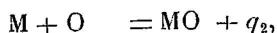


$$MH^2, \quad MO, \quad M^3Az^2.$$

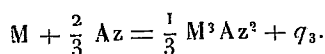
Soient q_1, q_2, q_3 les quantités de chaleur mises en jeu quand un atome de métal s'unit avec l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote :



$$M + H^2 = MH^2 + q_1,$$



$$M + O = MO + q_2,$$



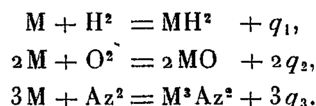
$$M + \frac{2}{3}\,Az = \frac{1}{3}\,M^3Az^2 + q_3.$$

Supposons que les combinaisons binaires, comme le métal lui-même, restent solides dans un intervalle de température étendu et examinons la stabilité de ces combinaisons. *A priori*, elles sont susceptibles de se décomposer en donnant un solide et un gaz et, si la température de dissociation commençante n'est pas trop élevée, la température absolue à laquelle la pression de dissociation atteindra l'atmosphère sera peu éloignée de la quantité T

définie par la relation $\frac{Q}{T} = 0^{Cal},032$, Q étant la chaleur de formation du composé à partir d'une molécule gazeuse.

Si la température T est très grande, la relation précédente fournit une valeur qui s'écarte en général davantage de la valeur réelle.

En rapportant les chaleurs de formation à une molécule du gaz générateur, comme l'application de la formule précédente l'impose, nous aurons :



$$M + H^2 = MH^2 + q_1,$$
$$2M + O^2 = 2MO + 2q_2,$$
$$3M + Az^2 = M^3Az^2 + 3q_3.$$

Les trois combinaisons précédentes auront donc des stabilités comparables si les chaleurs de réaction q_1, $2q_2$, $3q_3$ sont du même ordre de grandeur, à condition bien entendu que le métal et la combinaison restent solides au moment de la dissociation. Il en résulte cette conséquence importante : les éléments métalloïdes gazeux forment avec les métaux des composés de stabilité comparable, quand ils s'unissent à un même poids du métal, en dégageant des quantités de chaleur qui sont en raison inverse de leurs valences. L'hydrogène doit dégager trois fois plus de chaleur que l'azote pour fournir un hydrure de stabilité comparable à celle de l'azoture, deux fois plus que l'oxygène, pour que l'hydrure et l'oxyde aient des résistances du même ordre à l'action dissociante de la chaleur.

On s'explique ainsi pourquoi les hydrures métalliques connus, dont les chaleurs de formation sont cependant assez élevées, sont des corps instables; les azotures, au contraire, sont des corps généralement très stables.

Par exemple, 1^{at} de calcium dégage $46^{cal},2$ ou $37^{cal},0$ en s'unissant avec l'hydrogène ou l'azote, et cependant l'hydrure se dissocie déjà à 600° tandis que l'azoture est stable à 1200° et au delà.

En résumé, il résulte des considérations précédentes que la valence joue un rôle capital dans la stabilité des combinaisons binaires formées par les métaux et les métalloïdes gazeux.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation de l'acide iodique en vue du dosage de l'oxyde de carbone.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'oxydation de l'oxyde de carbone par l'acide iodique avec mise en liberté d'iode, appliquée d'abord à la recherche qualitative de ce gaz dans l'air, a été utilisée pour la première fois dans un but quantitatif (détermination de CO^2 produit) par le professeur A. Gautier. Plus tard, en 1898 [1], j'ai proposé le dosage de l'iode, d'une très grande sensibilité, en vue de la recherche également quantitative de traces d'oxyde de carbone dans l'air et c'est ainsi qu'ont opéré les expérimentateurs qui m'ont suivi et notamment MM. Albert Lévy et Pécoul. L'appareil de ces auteurs et le dosage de l'iode ne diffèrent pas sensiblement de ceux que j'ai fait connaître : l'appareil a été mis sous une forme portative, l'arrêt de l'iode a été obtenu par le chloroforme en lieu et place de la potasse que j'avais indiquée [2].

Cette méthode ne peut conduire à des résultats précis que si l'acide iodique employé présente un degré suffisant de pureté et ne libère pas de l'iode d'une façon indéfinie, même avec de l'air pur. On comprend alors l'intérêt qui s'attache à l'obtention simple, rapide, d'un acide iodique remplissant cette condition essentielle. C'est là le but du présent travail; j'ajoute que la préparation de l'acide iodique offre en elle-même un réel intérêt comme en témoignent les travaux de Marcel Guichard (*Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 923), de V. Auger (*Comptes rendus*, t. 152, 1910, p. 712), de G.-P. Baxter et G.-S. Tilley (*J. of the Amer. ch. Soc.*, t. XXXI, 1909, p. 201-221).

Préparation de l'acide iodique. — J'ai employé la méthode ancienne de Stas [3] d'attaque de l'iode par l'acide nitrique qui, jusqu'ici, du fait des travaux de Stas lui-même, a toujours été considérée comme longue, pénible

---

(1) Maurice Nicloux, *Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air même à l'état de traces* (*Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 746 et *Annales de Chimie et de Physique*, 1898, 7e série, t. XIV, p. 565-575. On trouvera, dans ce Mémoire, la bibliographie).

(2) *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 98; *La Nature*, 28 octobre 1905, p. 337.

(3) J.-S. Stas, *Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques, sur les poids atomiques et leur rapports mutuels.* 1 vol. in-4°, 311 pages. Bruxelles, M. Hayez, éditeur; 1865. Voir page 116 : *Préparation de l'acide iodique.*

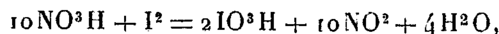
et donnant de fort mauvais rendements. Aucun de ces reproches n'est justifié par l'emploi de la technique suivante :

Technique. — Dans un ballon de 150^{cm^3}, on introduit 70^{cm^3} d'acide nitrique fumant, pur, de densité 1,515-1,520, soit 100^g environ d'acide NO^3H, et on le plonge à moitié dans un bain-marie d'une température de 78°-80°, telle que celle de l'acide atteigne 70°-73° (¹). On ajoute alors, par petites fractions de $0^g,5$ environ, et en agitant de temps en temps, 15^g d'iode bi-sublimé pulvérisé; l'oxydation a lieu immédiatement avec dégagement abondant de vapeurs rutilantes. L'iode entièrement introduit, ce qui a demandé 30 à 45 minutes, on élève lentement la température de l'acide jusque vers 80°-85° et l'on attend que le dégagement de vapeurs nitreuses ait à peu près complètement cessé, ce qui demande à nouveau 30 à 45 minutes. A ce moment l'iode a disparu et a fait place à une poudre blanchâtre, fine, dense, surmontée d'un liquide rougeâtre : c'est l'acide iodique pratiquement insoluble dans l'acide nitrique qui le baigne (²), celui-ci est éliminé, pour la plus grande partie, par décantation et jeté.

L'acide iodique, imprégné d'acide nitrique, est dissous dans 50^{cm^3} d'eau distillée chaude et transvasé dans une fiole conique. On fait bouillir, il se dégage d'abord des vapeurs violettes d'iode, provenant très vraisemblablement de la décomposition d'un peu de peroxyde d'iode mélangé à l'acide iodique, puis le liquide se décolore. On continue l'ébullition et à un moment donné, lorsque le volume est très fortement réduit, on voit la liqueur blanchir, devenir laiteuse, l'ébullition changer de caractère, en même temps que se produit une précipitation en masse d'acide iodique cristallisé qui tapisse en un instant tout le fond de la fiole conique. On retire du feu, on laisse refroidir et l'on jette à nouveau le liquide nitrique qui accompagne les cristaux.

L'acide iodique est dissous à chaud dans 10^{cm^3} d'eau et transvasé dans une petite capsule de porcelaine; on évapore doucement à feu nu tant qu'il reste de l'eau, puis à sec, sur un petit bain de sable à 175°-200°, en remuant constamment dès que la masse est à peu près exempte d'eau : ce qui reste d'acide nitrique s'élimine ainsi; pour en faire disparaître les dernières traces, on redissout la poudre sèche dans 7^{cm^3} d'eau, on évapore à sec, on répète enfin cette opération une seconde fois. Si l'acide, qui se présente alors sous forme blanchâtre, doit être utilisé en vue du dosage de l'oxyde de carbone, on l'introduit immédiatement dans un tube en U qu'on scelle à la lampe et on l'immerge dans un bain d'huile à 180°-190°; après le passage de quelques litres d'air pur, il ne fournit plus d'iode ou du moins des quantités plus petites que $0^{mg},01$ pour 2^l d'air.

Rendement. — D'après la réaction



$$10NO^3H + I^2 = 2IO^3H + 10NO^2 + 4H^2O,$$

il faut, pour oxyder 15^g d'iode, employer $37^g,2$ d'acide nitrique (j'indique 100^g, soit

(¹) Au-dessous de 70°, l'iode est à peine attaqué, vers 80°, on distille de l'acide.

(²) Cette insolubilité a été bien étudiée par Guichard (*Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. V, 1909, p. 722-727).

2,68 fois plus) et l'on doit obtenir 20g,75 d'acide iodique IO^3H. Or, la préparation, telle qu'elle vient d'être décrite, fournit 17g,5 du produit final, soit 84,2 pour 100 (en récupérant ce qui reste dans l'acide nitrique éliminé on pourrait en obtenir au total 19g,27, soit 92,8 pour 100), c'est dire que le rendement est très satisfaisant.

Pourquoi ces résultats diffèrent-ils si considérablement de ceux de Stas qui indique un rendement de 18 pour 100 de la quantité théorique d'acide iodique, et cela, en employant 4 fois la quantité nécessaire d'acide nitrique? A n'en pas douter, c'est dans la concentration de l'acide employé pour l'attaque qu'il faut rechercher les raisons de cette différence : en effet, au-dessous d'une densité de 1,480, l'acide nitrique n'attaque plus l'iode, comme le montrent les deux séries d'expériences suivantes :

Première série. — On attaque, dans les conditions décrites, une même quantité d'iode (1g,5) par un grand excès d'acide (5 fois la quantité théorique) mais de concentration différente : avec un acide de densité 1,506 l'attaque est complète, de 1,496 faible, de 1,483 nulle ou à peu près; or, ce dernier acide marque 47° B., contient 86 à 87 pour 100 d'acide NO^3H; il est encore très fumant.

Deuxième série. — On attaque un même poids d'iode, 15g, par des quantités variables, de 45g à 100g, d'acide nitrique de densité 1,518 à 15°. Cet acide se dilue au fur et à mesure de l'oxydation du fait d'une formation d'eau concomitante, et, avec 45g, 50g ou 75g, quantités cependant suffisantes, *théoriquement*, la réaction néanmoins s'arrête d'elle-même laissant un excès d'iode non attaqué; or, à ce moment, la densité de l'acide résiduel est d'environ 1,480, ce qui concorde avec la première série d'expériences. Réciproquement, si l'acide est en quantité suffisante, 100g par exemple, la densité de l'acide résiduel atteint 1,490 et l'iode est entièrement oxydé.

De ces expériences on peut conclure que l'oxydation de l'iode par l'acide nitrique de concentration convenable ($d = 1,515$ à $1,520$) ne présente aucune difficulté, elle fournit de l'acide iodique avec de très bons rendements et, ainsi préparé, cet acide convient particulièrement bien au dosage de traces d'oxyde de carbone dans l'air.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Catalyse des cyclanols par voie humide au moyen de l'acide sulfurique ; préparation des cyclènes.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Georges Lemoine.

Les cyclanols étant des alcools secondaires et ayant, par ailleurs, un point d'ébullition élevé, il était à présumer que leur déshydratation s'effectuerait aisément par la méthode catalytique, exposée dans ma dernière Communication [1], et conduirait à une préparation facile des cyclènes.

(1) J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, 18 mars 1912, p. 777.

Tétrahydrobenzène (hexanaphtylène, cyclohexène) C^6H^{10}. — Pour préparer ce carbure qui bout à 83°, il suffit de distiller, dans un ballon muni d'un tube Vigreux, du cyclohexanol auquel on a ajouté 3 à 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2. On arrête la distillation lorsque, dans le ballon, apparaissent des fumées blanches accompagnées d'une odeur de gaz sulfureux. Le liquide recueilli se partage en deux couches : une couche inférieure aqueuse au-dessus de laquelle surnage le cyclohexène brut. En opérant avec 100g de cyclohexanol, j'ai obtenu en 45 minutes :

Couche aqueuse.............	16g
Cyclohexène brut............	76g

Le cyclohexène brut, lavé à la potasse diluée pour enlever des traces de SO^2 et séché ensuite sur le chlorure de calcium, a fourni 73g de cyclène pur. Le rendement correspondrait aux 89 pour 100 de la théorie et serait inférieur à celui que fournit la déshydratation catalytique du cyclohexanol par voie sèche, telle que je l'ai indiquée ([1]). Mais ce désavantage se trouve, pour une bonne partie, compensé par la facilité et la rapidité de la catalyse humide qui permet, avec un simple ballon et un chauffage insignifiant, de préparer, dans 1 heure, une centaine de grammes de cyclohexène.

Tétrahydrotoluènes (heptanaphtylènes, méthylcyclohexènes) C^7H^{12}. — Si l'on se reporte aux formules développées des trois méthylcyclohexanols, ortho, méta, para, on voit que l'*ortho* peut donner, par déshydratation, deux tétrahydrotoluènes ou méthylcyclohexènes isomères, selon que la double liaison se trouve en Δ_1 ou en Δ_2. De même, le *méta* pourra fournir les deux méthylcyclohexènes Δ_2 et Δ_3. Avec le *para*, au contraire, la double liaison sera toujours en Δ_3, et l'on n'aura qu'un seul cyclène.

La déshydratation catalytique des trois méthylcyclohexanols par voie sèche avait confirmé ces prévisions de la théorie ([2]). Leur catalyse par voie humide a donné les mêmes résultats.

En employant toujours la même dose de SO^4H^2 (3 à 4 pour 100 en volume), le *paraméthylcyclohexanol*, distillé dans l'appareil déjà décrit, a fourni un liquide qui, séparé de la couche d'eau et séché sur le chlorure de calcium, est passé tout entier de 102°,5 à 103°,5. C'est le *méthylcyclohexène* Δ_3.

Dans les mêmes conditions, le *métaméthylcyclohexanol* a donné un liquide que j'ai séparé en deux fractions : l'une qui distillait de 102° à 103° (méthylcyclohexène Δ_3); l'autre qui est passée de 104° à 106° (méthylcyclohexène Δ_2).

Enfin, l'*orthométhylcyclohexanol* a fourni, par sa déshydratation, un liquide qui s'est fractionné en trois parties : une moitié distillant de 104° à 106° et correspondant au méthylcyclohexène Δ_2; un tiers qui a distillé de 106° à 108° (méthylcyclohexène Δ_1); et enfin une petite portion qui a toujours passé au-dessous de 100°, surtout de 90° à 94°, et que j'ai considérée comme dérivant de l'isomérie cis et trans.

Tétrahydroxylènes. — Les expériences ont été faites avec le diméthylcyclohexanol-1.3.4, dont la formule développée montre que la déshydratation peut donner lieu

---

([1]) J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, t. 144, p. 1110, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XXV, p. 499.

([2]) J.-B. Senderens, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, 1907, p. 687.

aux deux tétrahydroxylènes ou diméthylcyclohexènes Δ_3 et Δ_4. La catalyse de ce cyclanol par SO^4H^2 a fourni un liquide qui, à la suite de plusieurs distillations fractionnées, s'est partagé en une portion qui bout de 103° à 104°, et une autre qui passe de 122° à 124°, comme dans la catalyse par voie sèche (¹).

Menthène. — La transformation du menthol ordinaire en menthène a été réalisée au moyen de divers corps dont l'avidité pour l'eau servait à expliquer la déshydratation du menthol. Avec l'acide sulfurique concentré, Bekmann n'avait obtenu que peu de menthène, mais un produit à point d'ébullition élevé (²). En chauffant, au contraire, le menthol pendant 6 heures, entre 60° et 100°, avec l'acide sulfurique étendu de 2^{vol} d'eau, et, par une agitation continue, Konovalof avait recueilli du menthène droit (91 pour 100 du rendement théorique) (³).

Dans ce dernier cas, il était difficile d'attribuer la production du menthène à une simple absorption d'eau par l'acide sulfurique ainsi dilué. Les faits précédemment exposés me portaient au contraire à penser qu'il y avait une action catalytique. L'acide sulfurique s'est, en effet, révélé comme un catalyseur remarquable pour déshydrater le menthol. Il suffit de distiller directement le menthol avec 1 à 2 pour 100 en volume de SO^4H^2 pour recueillir un menthène qui, séparé de la couche d'eau et séché sur le chlorure de calcium après lavage à la potasse diluée, passe tout entier de 165° à 168°, avec les mêmes rendements que dans la catalyse par voie sèche (⁴). On arrive au même résultat en substituant, à SO^4H^2 concentré, 4 à 5 pour 100 du même acide étendu de 2^{vol} d'eau, ce qui achève de montrer que la déshydratation du menthol par l'acide sulfurique est bien une réaction catalytique.

J'ai pu également constater que le bisulfate de potassium et l'acide borique sont des catalyseurs déshydratants du menthol, mais beaucoup plus faibles que SO^4H^2. Quant au sulfate d'alumine anhydre, qui catalyse si bien le menthol par voie sèche, il n'a donné par voie humide que des quantités insignifiantes de menthène.

(¹) J.-B. Senderens, *Ann. Chim. et Phys.*, avril 1912, p. 503.
(²) Bekmann, *Ann. Chem.*, t. CCL, p. 358.
(³) Konovalof, *Journ. Soc. phys. chim. R.*, t. XXXII, p. 76.
(⁴) J.-B. Senderens, *Ann. Chim. et Phys.*, avril 1912, p. 504.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles classes de composés oxyluminescents.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Haller.

Dans de précédentes Notes [1] j'ai fait connaître un grand nombre de composés sulfurés oxyluminescents, c'est-à-dire présentant la curieuse propriété de luire spontanément à l'air dans l'obscurité, à la température ordinaire, par suite d'un phénomène d'oxydation.

Ces composés sulfurés, de fonctions relativement variées : éthers du type xanthique, sulfo-éthers-sels, éthers chlorosulfocarboniques, sulfocarboniques et sulfocarbamiques, possèdent un groupement commun $S=C\langle_{O}$. Le dichloro-sulfure de carbone $S=CCl^2$ qui ne possède pas ce groupement est aussi très fortement oxyluminescent. Cette dernière constatation réduit, en quelque sorte, le groupement strictement nécessaire à $S:C\langle$; on peut encore simplifier.

En effet, d'un côté, ce que nous appelons ordinairement double liaison est bien plutôt une liaison simple avec affinités libres, $-S-C\langle$ au lieu de $S=C\langle$; d'un autre côté, le soufre est un élément essentiellement autocombustible, puisque, d'après H. Moissan [2], il s'oxyde dès la température ordinaire, et que, d'après Joubert [3] et Heumann [4], il devient phosphorescent dès que la température (180° à 200°) permet une émission suffisante de vapeurs. Nous concevons donc que l'oxyluminescence puisse se manifester chez les composés organiques sulfurés qui offrent à l'oxygène de l'air du soufre à demi-combiné et qui, grâce à la nature du reste de la molécule, émettent des vapeurs suffisantes dès la température ordinaire. Ce reste de molécule n'apparaît alors que comme une sorte de support d'un rôle secondaire.

La légitimité de ces déductions s'est trouvée remarquablement confirmée

(1) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. **150**, 1910, p. 876 et 1607; *Ibid.*, t. **153**, 1911, p. 279.
(2) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. **137**, 1903, p. 547.
(3) Joubert, *Comptes rendus*, t. 78, 1874, p. 1853.
(4) K. Heumann, *D. chem. G.*, t. XVI, 1883, p. 139.

par l'existence de l'oxyluminescence dans des composés sulfurés où le carbone est remplacé par du phosphore, où $S = C\langle$ est remplacé par $S = P\langle$. En effet, j'ai constaté cette oxyluminescence, à la température ordinaire, dans les composés suivants qui sont des liquides :

$S : PCl^3$	Trichlorosulfure de phosphore
$S : PCl^2(OCH^3)$	Méthoxydichlorosulfure de phosphore
$S : PCl^2(OC^2H^5)$	Éthoxydichlorosulfure de phosphore
$S : PCl^2(OC^3H^7_n)$	*n*-propyloxydichlorosulfure de phosphore
$S : P(OCH^3)^3$	Sulfophosphate triméthylique
$S : P(OC^2H^5)^3$	Sulfophosphate triéthylique
$S : PCl^2(C^2H^5)$	Dichlorosulfoéthylphosphine

et il est probable qu'on pourrait aussi l'observer chez quelques-uns de leurs homologues immédiats. En outre, la sulfotriéthylphosphine $S : P(C^2H^5)^3$, qui est solide, remplit l'air de fumées blanches, phosphorescentes, si on la chauffe légèrement (au-dessous de 70°); lorsqu'on échauffe sa solution aqueuse, on voit de même tout à coup s'opacifier l'air qui se trouve au-dessus de la solution.

L'oxyluminescence, déjà faible dans $S : PCl^2(OC^3H^7_n)$, ne peut plus être observée dans l'homologue isoamylique $S : PCl^2(OC^5H^{11}_i)$. Elle ne l'a pas été non plus dans les substances suivantes : $S = PBr^3$; $S = PCl(OCH^3)^2$; $S = P(OCH^3)^2(SCH^3)$ (ce dernier corps a été préparé avec P^2S^5 et $CH^3.OH$).

Presque toutes les substances que je viens de citer étaient connues (1); quelques-unes ont été manipulées bien des fois par des chimistes différents sans que leur oxyluminescence ait été observée. Dernièrement même, MM. Emmett et Jones (2) ont fait des recherches avec le sulfophosphate triméthylique dont la propriété de fumer à l'air en répandant une odeur d'ozone avait été signalée par M. Pistschimuka (3); bien qu'ils l'aient cherchée, ils n'ont pu constater la phosphorescence des vapeurs de

(1) Je dois ici remercier très vivement M. le professeur A. Michaelis qui a bien voulu mettre à ma disposition un peu du composé $PCl^2(OC^2H^5)$, de préparation fort laborieuse, qu'il avait découvert en 1880 (*D. chem. G.*, t. XIII, p. 2174); ce composé se sulfure aisément à 120°-125°, comme l'a indiqué Fr. Guichard (*Ibid.*, t. XXXII, 1899, p. 1572) pour se transformer en $S : PCl^2(C^2H^5)$.

(2) W.-G. Emmett et H.-O. Jones, *Chem. Soc.*, t. XCIX, 1911, p. 713.

(3) P. Pistschimuka, *D. chem. G.*, t. XLI, 1908, p. 3854.

ce composé. C'est qu'il faut, pour faire ces expériences, quelques précautions bien élémentaires sans doute, mais nécessaires, sur lesquelles je reviendrai ultérieurement.

Par contre, la phosphorescence se trouve singulièrement exaltée dans le trifluorosulfure de phosphore $S = PF^3$. D'après MM. Thorpe et Rodger [1] qui l'ont découvert, ce gaz brûle spontanément à l'air en répandant des fumées blanches avec une flamme visible dans l'obscurité; il détone avec l'oxygène. MM. Thorpe et Rodger ont décrit minutieusement les phénomènes concomittants et ont été particulièrement frappés de l'absence de chaleur dans la flamme produite au sein de l'air; c'est, pensent-ils, une des flammes les plus froides connues. Heumann avait déjà signalé que la phosphorescence du soufre a lieu sans chaleur sensible.

L'oxyluminescence très vive du fluorosulfure de phosphore vient de la façon la plus heureuse placer ce composé en tête de la série inorganique SPF^3, $SPCl^3$, $SPBr^3$ dont l'inflammabilité diminue du premier au dernier terme, au même titre que dans les séries d'homologues organiques croissants.

Dans toutes ces combustions, y compris celle de SPF^3 (ainsi que je m'en suis assuré), il se produit des acides sulfurique et sulfureux. L'élément actif est bien réellement le soufre et non le phosphore, car la triéthylphosphine $P(C^2H^5)^3$, par exemple, s'oxyde sans luminescence dans les conditions mêmes où les composés sulfophosphorés émettent de la lumière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides aldéhydes acycliques. Acide aldéhyde succinique.* Note de M. **E. Carrière**, présentée par M. A. Haller.

Les acides aldéhydes acycliques sont fort peu connus jusqu'ici. Il nous a paru intéressant de chercher pour ces composés une méthode générale de préparation.

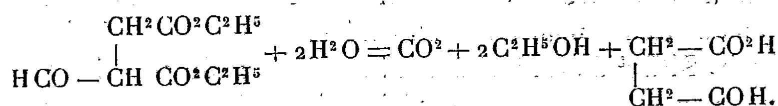
L'acide aldéhyde succinique $CO^2HCH^2CH^2COH$ a été obtenu par Perkin junior et Sprankling sous forme d'une huile brune, en décomposant par l'eau, à 180°-190°, le produit de condensation de l'acétal bromé et du malonate d'éthyle sodé (*Chem. Soc.*, t. LXXV, p. 16). Von Ungern Sternberg l'obtint à son tour en décomposant, par l'eau, l'acide aconique (*Inaugural Dissertation*, Königsberg, 1904). Enfin, C. Harries

[1] T.-E. Thorpe et J.-W. Rodger, *Chem. Soc.*, t. LV, 1889, p. 306.

et Ernst Alefeld observèrent sa formation dans la décomposition de l'ozonide de l'acide allylacétique par l'eau (*Berichte*, t. XLII, p. 163). Toutefois ce corps ne semble pas avoir été obtenu jusqu'ici dans un grand état de pureté, en raison même des difficultés présentées par sa préparation.

Wislicenus (*Lieb. Ann.*, t. 363, p. 353) a montré que les éthers des acides bibasiques se condensent facilement avec le formiate d'éthyle. Il observa, en outre, que la saponification de l'éther formylsuccinique par l'eau, en tube scellé, donne de l'acide aldéhyde succinique. Les éthers des acides bibasiques formylés constituent également la matière première à laquelle nous nous sommes adressé pour la préparation de l'acide aldéhyde succinique. Toutefois, la saponification par l'eau en vase clos présentant des difficultés matérielles, nous avons cherché une méthode plus pratique.

Nous avons constaté qu'on obtient des résultats satisfaisants en effectuant la saponification au moyen de l'acide oxalique en solution aqueuse :



$$\begin{array}{l} \quad\;\; CH^2CO^2C^2H^5 \\ \quad\;\; | \\ HCO - CH\ CO^2C^2H^5 \end{array} + 2H^2O = CO^2 + 2C^2H^5OH + \begin{array}{l} CH^2 - CO^2H \\ | \\ CH^2 - COH. \end{array}$$

En recueillant le gaz carbonique, on constate que la vitesse de saponification passe par un maximum au bout d'environ 1 heure. L'élimination de l'alcool au fur et à mesure de sa production accroît la vitesse de décomposition. La saponification terminée, l'eau est éliminée par évaporation dans le vide, en chauffant au bain-marie. L'acide aldéhyde succinique est repris par l'éther. Après élimination du solvant le résidu est distillé dans le vide. Point d'ébullition : 142°-143° sous 15^{mm} (au lieu de 134°-136° sous 14^{mm} : Harries, *loc. cit.*). Abandonné à lui-même, il cristallise en se polymérisant. Le polymère obtenu pur, par cristallisation de sa dissolution dans l'eau, fond à 167° (au lieu de 147°, point indiqué par Von Ungern Sternberg, C. Harries et Ernst Alefeld). La cryoscopie du polymère dans l'acide acétique montre que c'est un trimère et non un dimère comme l'avaient indiqué C. Harries et Ernst Alefeld (*Berichte*, t. XLII, p. 166 et 167). Le trimère, distillé dans le vide, fournit l'acide aldéhyde succinique et un produit résiduel cristallisé, fondant à 146°, et résultant de la condensation de 2^{mol} d'acide aldéhyde succinique avec élimination de 1^{mol} d'eau.

La semicarbazone de l'acide aldéhyde succinique, corps cristallisé blanc, fond, par chauffage lent, à 194°-195° avec légère décomposition (au lieu de 177°-178° : Harries, *loc. cit.*).

La paranitrophénylhydrazone, aiguilles rouge violacé, fond à 180°-181° (au lieu de 158° : Harries, *loc. cit.*).

L'oxime de l'acide aldéhyde succinique fond à 102°-103°. L'acide aldé-

hyde succinique, l'acide pyruvique et la β-naphtylamine, en réagissant au sein de l'alcool, fournissent le dérivé naphtocinchoninique correspondant, corps cristallisé, légèrement jaune, F > 250°.

L'éthérification de l'acide aldéhyde succinique présente une importance particulière au point de vue de la constitution de cet acide. On peut, en effet, le considérer soit comme un acide aldéhyde vrai, soit comme une oxylactone :

(I)



et

(II)



Dans le premier cas, on doit donc obtenir l'éther aldéhyde ou l'éther acétal et, dans le second, une alcoxylactone. L'expérience montre qu'on obtient exclusivement l'éther aldéhyde et l'éther acétal, sans trace d'alcoxylactone. L'acide aldéhyde succinique répond donc à la constitution (I), ce que nous nous proposons de vérifier d'autre part par la détermination du volume moléculaire. Ce point est intéressant en ce que, d'après les travaux de MM. Blaise et Courtot, les acides aldéhydes succiniques polyalcoylés semblent au contraire exister seulement sous la forme oxylactonique.

Il y a lieu de remarquer d'autre part que si l'on éthérifie, non plus l'acide aldéhyde monomère, mais son trimère, on obtient exclusivement l'éther aldéhyde succinique. Les composés suivants ont été obtenus à partir de l'alcool éthylique :

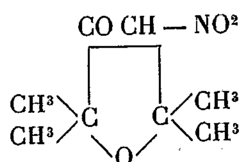
L'éther aldéhyde succinique bout à 84° sous 12^{mm}, l'éther acétal succinique à 105° sous 12^{mm}. L'éther aldéhyde succinique donne aisément une semicarbazone, une paranitrophénylhydrazone parfaitement cristallisées. L'oxime correspondante bout à 139° sous 14^{mm}.

La pyridazinone, obtenue par action de l'hydrate d'hydrazine sur l'éther aldéhyde succinique, distille à 145° sous 19^{mm} et se prend par refroidissement en une masse cristalline, F = 37°.

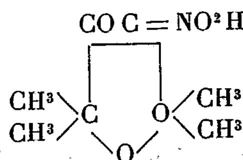
Nous nous proposons de développer l'étude des dérivés de l'acide aldéhyde succinique et des homologues de ce dernier. Nous nous réservons également d'appliquer la même méthode à la préparation et à l'étude des acides aldéhydes des séries glutarique et adipique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dérivé aci-nitré du tétraméthylcétofurane.* Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

Le *tétraméthylcétofurane*, additionné lentement de la quantité calculée d'acide nitrique fumant et abandonné quelques jours à une température inférieure à 20°, se nitre à peu près quantitativement sur le carbone secondaire voisin de la fonction cétonique en donnant le *nitro-β'-tétraméthyl-αα'-céto-β-hydrofurane* (I) :



I. Forme neutre.



II. Forme *aci-*.

Le produit cristallin obtenu, recristallisé dans l'éther de pétrole ou le sulfure de carbone, donne de très fines aiguilles incolores fusibles de 71° à 72°.

L'étude de ce corps conduit aux conclusions suivantes :

1° Ce dérivé est franchement acide et donne des sels bien définis. C'est un *dérivé nitré en position* α par rapport à la fonction cétonique, car son sel de potassium, traité par le *chlorure ferrique*, donne une coloration rouge extrêmement intense que rassemble l'éther : ce fait est, d'après Konovaloff (¹), caractéristique de tels dérivés.

2° Cette variété, fusible à 71°-72°, est-elle constituée par le dérivé nitré vrai (I) ou bien par le dérivé *aci-nitré* (II) ? L'étude du pouvoir réfringent moléculaire montre qu'on a affaire à cette deuxième forme.

En solution alcoolique normale j'ai en effet trouvé, pour le dérivé étudié, $R_M = 49,41$, et pour son sel de potassium 54,01, ce qui donne une différence $\Delta = 4,6$. En effectuant les mêmes opérations, dans les mêmes conditions, sur l'acide acétique et sur son sel de potassium, j'ai trouvé une différence sensiblement égale à 4, c'est-à-dire, on le voit, du même ordre de grandeur que la précédente.

Mais si le produit nitré est cristallisé dans le pétrole bouillant à 80°-100°

(¹) Konovaloff, *Ber.*, t. XXVIII, 1895, p. 1851.

ou dans la benzine, et maintenu quelque temps vers 80°, il donne, par refroidissement de grosses aiguilles incolores trapues fondant à 78°-79° et possédant, d'autre part, les mêmes propriétés chimiques que la variété précédente. Cette deuxième variété est, très probablement, la *forme nitrée vraie* (I).

La réfraction moléculaire en solution alcoolique normale est, en effet, de 46,44, ce qui donne, avec le sel de potassium, une différence de 7,57. Le gros écart entre cette valeur et celle trouvée pour l'acide acétique reflète donc une transformation plus profonde que la simple substitution de 1at de potassium à 1at d'hydrogène. Je dois toutefois dire que les autres moyens de diagnose des pseudo-acides ne m'ont donné aucune différence sensible entre les deux variétés.

3° Le *nitrotétraméthylcétofurane* est un acide assez fort, non déplacé de ses sels alcalins par l'acide acétique.

Les sels de *potassium*, de *sodium*, d'*ammonium* sont les plus solubles; ils cristallisent en paillettes non hygroscopiques. Une solution de concentration normale de ces sels donne, avec les sels de tous les autres métaux, des précipités la plupart du temps cristallins et richement colorés, peu solubles dans l'eau et souvent solubles dans l'éther. J'ai ainsi étudié les sels suivants [A désignant le groupement $(C^8H^{12}O^4N)'$] :

A^2Ca, $A^2Ba.2H^2O$, A^2Zn, corps cristallisés blancs, assez solubles dans l'eau;

A^2Cu, cristaux de couleur *vert clair ;*

A^2Hg^2, précipité jaune pâle; A^2Hg, précipité *blanc;* A^2Pb, jaune pâle; $A^2Fe.2H^2O$, paillettes *violettes;* A^3Fe, *brun rouge* très soluble dans les solvants organiques; A^2Ni, jaune vert; A^2Co *vieux rose*; $A^2Mn.3H^2O$, paillettes *jaune d'or*.

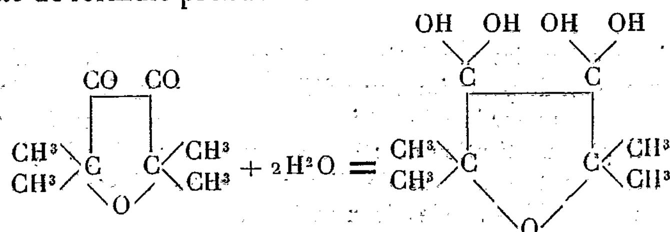
Avec les sels de *chrome*, on obtient un précipité jaune verdâtre très soluble dans l'éther et qui semble être un sel basique; avec les sels d'*étain*, d'*antimoine*, de *cadmium*, des précipités cristallins blancs; avec les sels d'*uranium*, un précipité jaune d'or.

4° *Décomposition par la chaleur.* — Le *nitrotétraméthylcétofurane* pur peut être distillé dans le vide sans décomposition sensible, mais chauffé à la pression ordinaire il se décompose en donnant :

1° Des produits gazeux abondants, que l'analyse montre formés de $\frac{2}{3}$ d'*oxyde de carbone* et de $\frac{1}{3}$ d'*azote ;*

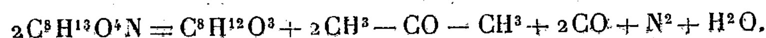
2° Un liquide bouillant entre 55°-70° et constitué, en majeure partie, par de l'*acétone* et de l'eau ;

3° Enfin un liquide rouge intense, à odeur d'hypochlorites, bouillant vers 170°. Ce corps, abandonné à l'air humide, se prend en une masse cristalline blanche qui, essorée, fond vers 80° en redonnant le liquide rouge primitif. Ce liquide rouge est le *dicétotétraméthylfurane* et le solide blanc son *dihydrate* de formule probable :



La formule précédente est confirmée par la formation d'une *dioxime* volatile sans fondre vers 240°.

La réaction de décomposition du dérivé nitré peut donc fidèlement se traduire de la façon suivante :



$$2C^8H^{13}O^4N = C^8H^{12}O^3 + 2CH^3-CO-CH^3 + 2CO + N^2 + H^2O.$$

MINÉRALOGIE. — *Sur les gîtes aurifères filoniens en Afrique occidentale.* Note de M. **Henry Hubert**, présentée par M. A. Lacroix.

J'ai défini précédemment ([1]) les régions du type *guinéen* et du type *soudanais*, que j'oppose géologiquement aux régions du type *dahoméen*. L'intérêt de cette distinction s'augmente du fait que tous les gîtes aurifères filoniens que j'ai observés en Afrique occidentale se trouvent exclusivement dans les régions des deux premiers types.

Dans les régions du type guinéen (et celles du type soudanais, qui n'en sont qu'une variante), les filons de quartz, surtout des filons-couches, sont très abondants au milieu des schistes micacés dont ils conservent l'orientation (NNE-SSW) et le pendage (souvent voisin de la verticale). Leur puissance est généralement réduite (quelques centimètres) et quelques-uns seulement de ceux que j'ai observés atteignent plusieurs mètres. On rencontre aussi, mais moins fréquemment, des filons recoupant les schistes; leur puissance est très faible : en Guinée, ce sont surtout des fais-

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1606.

ceaux de veinules ramifiées, irrégulièrement répartis et discontinus. Dans les régions du type soudanais, les roches éruptives sont parfois aussi traversées par des filons de quartz dont l'orientation est voisine de celle des filons-couches.

Ayant déterminé les caractères géologiques des régions aurifères du type guinéen, j'ai recherché si chacune des régions de la boucle du Niger qui présentent les mêmes caractères fournissent également de l'or. Tous mes essais furent positifs, alors qu'ils furent toujours négatifs dans les régions du type dahoméen (roches à facies gneissiques traversées par des granites), même à proximité de filons diabasiques ou quartzeux. D'ailleurs, dans les pays où le type soudanais et le type dahoméen alternent fréquemment, j'ai toujours trouvé que le premier seul est aurifère. L'or est localisé dans le quartz; les essais effectués sur des échantillons de schistes prélevés bien en dehors des filons de quartz ont été négatifs. Les roches éruptives apparaissent également comme pratiquement stériles; d'ailleurs la pyrite, qui est fréquente dans les diabases, et qui est souvent aurifère, fait défaut dans les associations du type guinéen. Cependant, comme les filons quartzeux, qui traversent les roches basiques dans les régions du type soudanais, sont aurifères et que dans les essais poursuivis sur ces quartz, je n'ai pas toujours pu éliminer les parties décomposées de la roche encaissante, il n'est pas possible d'affirmer que celle-ci ne soit jamais aurifère. Mais c'est le quartz qui contient la presque totalité de l'or. Des essais effectués sur des filons de quartz seuls, et la présence du métal précieux visible dans ces filons, lèvent toute incertitude. Quoique l'or puisse être observé dans le quartz indépendamment de la pyrite, c'est surtout celle-ci qui lui a servi de véhicule. On en trouve la preuve dans le fait que celle-ci est ou a été très abondante dans le quartz, et qu'on peut observer, assez rarement il est vrai, l'or soit sous forme de pépites enrobées dans la limonite, soit en minces feuilles dans des veinules de limonite.

La répartition de l'or est irrégulière parce qu'il est localisé dans le quartz, lui-même très irrégulièrement distribué et parce que le quartz est inégalement minéralisé. Les faisceaux de veinules sont le plus régulièrement minéralisés, mais souvent ils disparaissent brusquement. Dans les filons plus continus, l'or est concentré localement et le reste est stérile. Dans les gros filons, la répartition est moins homogène et souvent nulle.

En somme, l'individualisation des filons de quartz à pyrite aurifère est liée à la venue au jour des diabases au milieu des schistes. Postérieurement, la pyrite a disparu et l'or a été mis en liberté.

Bien que les diabases aient traversé aussi les régions du type dahoméen qui forment le substratum des schistes, on comprend que ces régions puissent n'être pas minéralisées, par suite de caractères physiques et structurels de ce substratum qui sont différents de ceux des schistes.

Il est un certain nombre de points sur lesquels je voudrais surtout attirer l'attention.

1° *Extension géographique.* — Les observations s'appliquent à tous les pays compris entre 2° et 12° longitude ouest de Paris, 8°30′ et 14°30′ latitude nord, et j'ai de fortes raisons de croire qu'elles sont applicables à la grande majorité des gîtes aurifères filoniens de l'Afrique occidentale.

2° *Invariabilité des conditions de gisement.* — Il est possible que toutes les régions du type guinéen (ou soudanais) ne soient pas aurifères, mais je crois pouvoir affirmer que toutes les régions aurifères sont du type guinéen (ou soudanais).

3° *Altérations superficielles.* — Sous l'influence des agents superficiels, les schistes micacés se transforment en une masse argileuse colorée par l'hydrate de fer, au milieu de laquelle les filons de quartz, plus ou moins cariés, conservent en profondeur leur allure primitive. Les gîtes parvenus à ce stade d'altération sont les plus faciles à exploiter. D'autre part, au voisinage de la surface, l'hydrate de fer, concentré sous l'influence de l'évaporation, donne naissance à une croûte scoriacée, qui peut être également aurifère.

Un processus analogue de décomposition s'observe aux dépens des autres roches, mais en raison de leur composition minéralogique différente, la croûte superficielle qui les revêt possède des caractères extérieurs différents. On peut donc, par le seul examen de cette croûte superficielle, reconnaître si l'on est dans une région susceptible de renfermer des gîtes aurifères filoniens.

4° *Modelé caractéristique.* — J'ai indiqué précédemment (1) les différents modelés existant dans la Boucle du Niger. D'après cela, on voit que les régions de gîtes aurifères filoniens, qui ont une constitution géologique bien définie, possèdent un modelé typique. Par suite, l'examen, même à grande distance, du profil des accidents du relief d'une région soudanaise, ou l'étude d'une carte où le nivellement est porté en courbes, permet à un observateur entraîné de reconnaître si cette région est susceptible de renfermer des gîtes aurifères filoniens.

MÉDECINE. — *Méthodes thérapeutiques fondées sur l'excitation et la frénation de l'activité des glandes endocrines par des procédés physiques.* Note de M. **Ph. Nogier**, présentée par M. d'Arsonval.

Un nombre de plus en plus grand de syndromes morbides, principalement chroniques, sont actuellement attribués à des perturbations dans le

(1) *Le relief de la Boucle du Niger*, in *Ann. de Géogr.*, t. XX, n° 110, p. 155.

fonctionnement des glandes à sécrétions internes, perturbations par excès ou par défaut d'activité.

Le défaut d'activité de ces organes a été combattu par l'opothérapie qui consiste à apporter *de l'extérieur* à l'organisme malade la sécrétion qui lui manque après l'avoir extraite d'une glande animale. On ne connaît pas de moyens thérapeutiques vraiment spécifiques et efficaces à opposer à l'hyperfonctionnement des glandes endocrines.

Il est logique de penser que les mêmes agents physiques qui agissent efficacement sur les glandes exocrines agiront sur les glandes endocrines.

On peut agir sur le fonctionnement des glandes, soit en modifiant leur circulation, soit par l'intermédiaire des fibres nerveuses sécrétoires, soit directement sur le protoplasma des cellules glandulaires. Il n'est généralement pas possible de dissocier ces modes d'action.

Or les courants électriques, la thermopénétration, les rayons X, les rayons du radium sont capables de modifier dans un sens ou dans l'autre le fonctionnement des organes glandulaires.

Si l'on fait agir le courant galvanique sur les glandes salivaires, on augmente très notablement la quantité de salive excrétée (action excitatrice). Cette action sur une glande exocrine donne l'image de ce qui se passe dans une glande endocrine dont nous ne pouvons saisir la sécrétion.

Si l'on fait agir sur le corps thyroïde en état d'hyperfonctionnement les rayons émis par l'ampoule de Röntgen, on diminue l'activité de la sécrétion interne de la glande (action frénatrice) et l'on voit disparaître les accidents qu'elle déterminait (basedowisme). Ce traitement de la maladie de Basedow tend à devenir classique.

Dans la méthode thérapeutique que nous proposons, deux cas sont à envisager :

1° *La sécrétion glandulaire est en défaut.* — On la stimulera et on la régularisera par l'emploi du courant galvanique ou du courant galvanofaradique, le pôle négatif étant le pôle actif, ou encore par la thermopénétration. Dans certains cas, on pourra même combiner ces deux modes d'action.

2° *La sécrétion glandulaire est en excès.* — On la réfrénera et on la régularisera par l'emploi des rayons X filtrés ou des rayons γ du radium.

On verra ainsi disparaître graduellement les accidents que cette sécrétion exagérée engendrait.

Cette méthode de frénation du fonctionnement glandulaire pourra servir à limiter l'action des applications excitatrices au cas où un traitement un peu énergique chez un sujet trop sensible aurait amené à dépasser l'effet utile.

ENTOMOLOGIE. — *Un Encyrtide nouveau* (Encyrtus sericophilus) *utile à la Sériciculture*. Note de M. **A. Conte**, présentée par M. E. Perrier.

Les entreprises séricicoles sont, en Asie orientale (Japon, Chine, Indo-Chine, Indes), très souvent décimées par des mouches du groupe des Tachinaires. Celles-ci pondent leurs œufs, soit sur les feuilles du Mûrier, soit sur les vers à soie ; elles évoluent, à l'état larvaire, dans le corps de ces derniers dont elles provoquent la mort. Des pertes de 75 à 80 pour 100, du fait des mouches parasites, ne sont pas rares dans les magnaneries asiatiques.

MM. Broquet et Villeneuve ont fait connaître, en 1910, les mœurs d'une de ces Tachinaires (*Tricholygra sorbillans*), très abondante en Cochinchine et dont l'aire de dispersion est d'une remarquable étendue.

Le Laboratoire d'études de la condition des soies de Lyon a reçu, grâce à l'obligeance de M. Bui Quang Chîeu, directeur de la station de Tan-Chau, un envoi de *Tricholyga sorbillans* récoltées dans cette localité. J'ai constaté que la plupart des pupes étaient perforées d'orifices circulaires d'un diamètre atteignant à peine un demi-millimètre. Ces orifices s'observent, en nombre variable suivant les pupes, depuis 1 jusqu'à 5. A côté de ces pupes et dans l'intérieur de certaines d'entre elles, j'ai trouvé en abondance un petit Hyménoptère que, malgré son mauvais état de conservation, je puis rapporter au groupe des Encyrtides. C'est là l'auteur des perforations de pupes que je constatai ; c'est un parasite qui, vu sa fréquence et le rôle économique qu'il peut jouer, a un grand intérêt.

Aucun parasite des Tachinaires du *Bombyx Mori* n'a été signalé jusqu'à ce jour en dehors d'une mouche « The Midje » que MM. Broquet et Villeneuve citent d'après Cleghorn et Marshall, comme parasite des Tachinaires dans l'Inde. Ces observations n'ont d'ailleurs pas été confirmées.

L'*Encyrtus sericophilus* n. sp. est un petit Hyménoptère long de $1^{mm},5$ environ, de couleur noire à reflets métalliques verdâtres. La tête, de couleur foncée, est volumineuse, plus large que le thorax et couverte d'une fine pubescence. Les antennes jaune noirâtre, velues, sont coudées, de 13 articles, le second près de quatre fois plus long que le premier ; les quatre derniers très élargis forment une masse conique. Le thorax est trapu, de couleur fauve noirâtre ; le prothorax très réduit ; le mésothorax volumineux, renflé ; le métathorax conique. Les pattes sont de couleur jaune clair sur toute leur étendue ; la deuxième paire porte un énorme éperon à l'articulation tibio-tarsienne, les tibias postérieurs ont deux éperons plus petits inégaux. Les ailes sont amples, hyalines, couvertes de nombreux poils épars, sauf sur deux bandes basales

transversales. Les ailes antérieures sont soutenues par une nervure costale qui, vers son milieu, donne une courte branche bifurquée à son extrémité.

L'abdomen, à peu près de la longueur du thorax, est conique, velu, terminé par un oviscape étroit s'insérant en dessous de l'abdomen et faisant saillie.

Toute la biologie de l'*Encyrtus sericophilus* est encore à étudier, mais sa présence, si abondante à Tan Chau, le signale déjà comme un auxiliaire précieux pour la Sériciculture. De très petite taille il peut échapper à l'observation des éleveurs, mais l'examen des pupes de mouches révélera sa présence par les perforations circulaires ayant servi à la sortie de l'insecte. Cette présence constatée dans une magnanerie, il sera facile d'assurer la multiplication de l'*Encyrtus*. On devra jeter tous les cadavres de vers à soie dans une caisse recouverte d'une toile métallique à mailles de 2^{mm}. Les *Encyrtus* qui écloront pourront ainsi sortir et se répandre dans la magnanerie pour parasiter les Tachinaires. Quant aux Tricholyges qui naîtront, elles ne pourront s'échapper et recommencer leur cycle dévastateur comme cela arrive lorsqu'on jette simplement les cadavres des vers hors de la magnanerie.

Enfin l'importation de l'*Encyrtus sericophilus* devra être tentée dans toutes les régions où les éducations sont décimées par les Tachinaires; hôte bien adapté du *Tricholyga sorbillans* dont l'aire de dispersion est énorme, il y aura néanmoins lieu de chercher à l'introduire partout où des Tachinaires s'attaquent aux vers à soie et de mettre à profit son rôle d'hyperparasite contre ces mouches si nuisibles (*Ugimya sericaria*, *Tachina rustica*, etc.).

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la détermination des caractères sexuels secondaires chez les Gallinacés.* Note de M. **A. Pézard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une première série d'expériences [1], nous avons montré que tous les caractères sexuels secondaires des Gallinacés mâles ne sont pas, comme on le croyait, sous la dépendance du testicule; seuls, les organes érectiles (crête, barbillons, oreillons) sont conditionnés par la glande mâle fonctionnant, en la circonstance, comme glande à sécrétion interne, tandis que le

[1] *Comptes rendus*, t. 153, p. 1027.

développement si caractéristique des phanères (plumage et ergots) échappe à cette influence.

Nos nouvelles recherches viennent confirmer cette manière de voir; les unes, dans lesquelles nous avons fait reparaître, chez des castrats, les organes érectiles, grâce à des transplantations testiculaires; les autres, dans lesquelles nous avons provoqué une régression remarquable des mêmes organes, en pratiquant, chez des mâles, la castration postpubérale.

Série I. — Trois coquelets, nés en août 1911, sont mis en expérience. L'un d'eux est conservé comme témoin, les deux autres sont castrés le 22 janvier 1912; l'intégrité de l'ablation est soigneusement contrôlée et obtenue; sitôt enlevés, les organes sont recueillis sur un verre aseptique, coupés en petits fragments, semés dans la cavité péritonéale de l'animal dont ils proviennent.

Dans la suite, nous mesurons périodiquement la crête et les barbillons et nous notons toutes les particularités relatives à l'instinct sexuel, l'ardeur combative, le chant, enfin le plumage et les ergots.

Témoin.	Poids de l'animal.	Dimensions de la crête.	Dimensions des barbillons.	Remarques.
22 janvier....	1094	60×34	29×32	Ni chant, ni instincts
6 février	1260	70×39	34×42	Chant, instincts sexuels
22 février	1351	78×45	38×48	Id.
6 mars......	1426	86×51	40×50	Id.
24 avril......	1450	88×51	42×52	Id.
Castrat n° 1.				
22 janvier....	1108	58×35	28×26	Ni chant, ni instincts
6 février	1257	49×28	25×22	Id.
22 février	1336	59×34	32×27	Chant, instincts
6 mars......	1291	65×38	35×36	Id.
24 avril......	1495	80×48	43×49	Id.
Castrat n° 2.				
22 janvier....	1390	65×34	35×25	Chant, instincts sexuels
6 février	1403	54×25	30×25	Ne chante plus, instincts peu nets
22 février	1542	56×31	30×32	Chant, instincts
6 mars......	1587	65×38	35×36	Id.
24 avril......	1824	74×44	40×40	Id.

Après une modification régressive, facilement explicable et très caractéristique, les organes érectiles ont, sous l'influence des transplantations, repris à peu près leur croissance normale, en même temps, d'ailleurs, que

leur aspect normal, sanglant et injecté. Par contre, aucune modification dans le développement des phanères.

Série II. — Quatre coqs, complètement adultes et d'âge un peu différent, sont mis en expérience en janvier et mars 1912 : l'un est conservé comme témoin et ne présente, pendant la durée de nos recherches, aucune modification intéressante; les trois autres sont castrés et suivis comme précédemment.

Castrat n° 1 opéré le 18 janvier 1912. Poids des testicules : 8g.

	Poids de l'animal.	Dimensions de la crête.	Barbillons.	Remarques.
18 janvier....	1830	84×41	47×40	Crête rouge, chant, instincts sexuels
30 janvier....	1712	70×36	38×36	Organes érectiles, farineux, ratatinés; ni chant, ni instincts
13 février....	1440	67×30	30×36	

Castrat n° 2 opéré le 18 janvier 1912. Poids des testicules : 10g.

18 janvier....	2090	86×45	42×58	Crête rouge, chant, instincts sexuels
30 janvier....	2389	69×40	35×45	Organes érectiles, farineux et ratatinés; ni chant, ni instincts
13 février....	2680	58×28	30×40	
6 mars......	2316	55×26	31×28	

Castrat n° 3 opéré le 20 mars 1912. Poids des testicules : 42g.

20 mars......	2571	110×68	50×60	Crête sanglante, chant, instincts sexuels
3 avril......	2322	94×62	41×45	Crête farineuse, ni chant, ni instincts sexuels
17 avril......	2329	80×50	32×40	
24 avril......	2380	74×45	25×39	

Les castrats nos 1 et 2 étant morts, le premier à la suite d'une paralysie du train postérieur, le deuxième d'une péritonite, ayant causé toutes deux un amaigrissement considérable, nous nous sommes demandé si le jeûne, l'infection ou bien un traumatisme analogue à celui que provoque toute opération sanglante, ne seraient point la cause de la régression si caractéristique et si continue des organes érectiles. Aussi avons-nous soumis parallèlement trois coqs adultes à chacune des influences énoncées : dans aucun de ces cas, suivis pendant une quinzaine de jours, nous n'avons provoqué de changement appréciable des organes qui nous occupent, à peine une diminution de turgescence de la crête et un bleuissement de l'extrémité des crétillons (indices de tout état maladif).

Dans les deux séries d'expériences nous n'avons observé aucune perturbation spéciale dans le développement du plumage et des ergots, ce qui vérifie nos premières conclusions.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles expériences sur la nature de la mémoire chez* Coris julis *Gthr.* Note de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Si mes expériences précédentes (¹) jettent un peu de lumière sur la nature des processus associatifs chez les Poissons marins, celles que je viens d'exécuter depuis au Musée océanographique, avec le concours efficace de mon ami M. W. Wietrzykowski, promettent d'être de beaucoup plus intéressantes. Ces expériences avec la Girelle (*Coris julis*) ont été faites toujours à l'aide de la même technique (voir ma 2ᵉ Note), mais j'y ai introduit trois nouveaux procédés : l'élimination, la substitution et l'inversion du cylindre « positif » (voir ma 3ᵉ Note). Je m'empresse de communiquer brièvement les résultats principaux de la première série. Voici, dans l'ordre chronologique, le cours des expériences de cette série (*élimination*) :

1. J'immerge dans l'aquarium, où se trouve une seule Girelle, simultanément le cylindre « positif » (par exemple, vert, avec nourriture) et le cylindre « neutre » (par exemple, rouge, sans nourriture). Cette opération est répétée quotidiennement pendant 7 à 10 jours. A cette époque (voir 2ᵉ Note), la mémoire se manifeste déjà assez bien, sans toutefois être très solidement fixée. Si je plonge alors dans l'eau les deux cylindres en question, *mais sans nourriture*, le poisson pénètre immédiatement dans le cylindre « positif ».

2. Le lendemain de la constatation précédente, j'immerge *deux cylindres « positifs »*, mais *sans nourriture*. Le poisson *pénètre* sans retard successivement *dans les deux* cylindres, et cherche la nourriture à l'endroit où elle aurait dû se trouver, c'est-à-dire sous le cordon de soie.

3. Le lendemain de cette dernière réaction, j'immerge *deux cylindres « neutres » sans nourriture*. Le poisson tourne *autour* de ces deux cylindres et, au bout d'une minute, entre dans l'un, puis dans l'autre cylindre, pour les quitter de suite. J'enlève ces cylindres.

4. Cinq minutes après, j'immerge un cylindre *positif* et un *neutre*, tous les *deux*

(¹) *Comptes rendus*, 12 février, 4 et 25 mars 1912.

sans nourriture. Le poisson *pénètre* immédiatement *dans* le cylindre *positif* et y cherche la nourriture, comme il est dit au n° 2; il retourne à l'intérieur de ce cylindre plusieurs fois, mais *ne prête aucune attention au cylindre « neutre »*.

5. Pendant les cinq jours suivants, je répète de nouveau les opérations du n° 1, pour fixer solidement la mémoire du poisson pour la couleur du cylindre *positif*.

6. Après ce délai, je répète l'opération du n° 3 (*deux cylindres neutres, sans nourriture*). Le poisson tourne alors un peu *autour* des cylindres, mais cette fois-ci *n'entre plus à l'intérieur*. J'enlève les cylindres.

7. Cinq minutes plus tard, j'immerge les *deux cylindres « positifs » sans nourriture* (n° 2). Même résultat que celui du n° 2. J'enlève ces cylindres.

8. De suite, je répète l'opération du n° 4 et j'obtiens la même réaction qu'au n° 4.

Des expériences de cette série je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes : la réaction du n° 3 montre qu'à la suite des opérations du n° 1 le poisson a acquis avant tout *l'habitude* (ou peut-être l'association des sensations de la nourriture et de la forme de l'objet, cylindres, en la circonstance) *de chercher sa nourriture dans les cylindres*, *comme tels* (n° 3); mais la réaction du n° 4 prouve que, lorsque je mets en présence les deux facteurs : *l'habitude* (n° 3) *et l'association* (n°s 1, 4) *des sensations de la nourriture et de la couleur du cylindre « positif »*, c'est alors cette association qui détermine le mouvement coordonné de l'animal ayant pour but de saisir la nourriture. Lorsqu'après les opérations du n° 5 *les processus associatifs* (comprenant *la couleur* du cylindre *positif* et la nourriture) deviennent plus stables, alors ils prennent définitivement le dessus sur l'habitude (n°s 6, 7, 8). En somme, le *processus associatif* du n° 1 ne serait *pas simple* (comme on pourrait le croire au premier coup d'œil), *mais complexe*, et il se composerait des facteurs suivants : la sensation de la nourriture, la sensation de la forme de l'objet (la même forme dans les deux cylindres : *neutre* et *positif*) et la sensation de plus en plus *prédominante* d'une *couleur* déterminée, celle du *cylindre positif*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Production directe de l'urée aux dépens des albuminoïdes, soit par oxydation, soit par hydrolyse*. Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. Émile Roux.

Pour reproduire artificiellement le phénomène biologique, aussi mystérieux qu'important, de la métamorphose des albuminoïdes en urée, les

chimistes ont soumis l'albumine à deux traitements, qui n'ont pas eu le même succès : l'*oxydation* et l'*hydratation*.

Les remarquables recherches de l'école allemande, justifiant une heureuse prévision de Schützenberger, établissent la possibilité de passer *indirectement* des albumines à l'urée. L'hydrolyse par les acides minéraux permet en effet de détacher des protéiques et d'y doser une substance productrice d'urée, l'arginine.

Les phénomènes de combustion de l'organisme, révélés par Lavoisier, et la découverte par Prévost et Dumas de l'urée dans le sang (1823), conduisirent A. Béchamp à constater que l'urée se forme dans l'oxydation permanganique de l'albumine en milieu alcalin (1856). Staedeler (1857) et Subbotin (1865) contestèrent cet important résultat, qui fut affirmé de nouveau par Béchamp (1870) et soutenu par Ritter (1871).

Tandis que Lœw, Tappeiner, Kolbe, Lossen infirmèrent la découverte de Béchamp, Hofmeister (1896) et Hugounenq (1901) annoncèrent que l'oxydation ammoniacale de l'albumine conduit à l'urée.

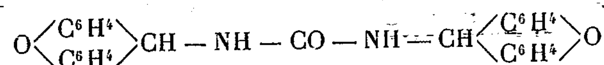
Les Traités, anciens ou récents, de Schützenberger, Würtz, Ladenburg, Neumeister, Arthus, Oppenheimer, Richter et Anschütz, Hammarsten, Lambling (1911) estiment tous que la production artificielle d'urée par oxydation de l'albumine n'a jamais été réalisée.

A. Gautier (¹), Berthelot et Jungfleisch émettent une opinion contraire.

Démonstration de la formation d'urée dans l'expérience de Béchamp :

5g à 6g de MnO^4K pulvérisés sont introduits dans un vase contenant 100^{cm^3} d'eau et 5g d'albumine pure, coagulée, imbibée d'eau par trempage préalable durant 4 à 5 heures. Le mélange est plongé dans un bain-marie à 75°-80° et agité de temps en temps. La coloration du caméléon ayant disparu, une nouvelle dose est ajoutée et l'opération répétée jusqu'à destruction totale de 35g de permanganate. Après essorage, lavage du vase et du peroxyde avec 150^{cm^3} d'acide acétique cristallisé, le filtratum incolore est traité par 30^{cm^3} de solution alcoolique de xanthydrol à $\frac{1}{20}$. Un trouble se produit, puis un précipité blanc volumineux se sépare, formé de petits cristaux. Essoré après quelques heures, lavé à l'alcool, dissous dans la pyridine à l'ébullition au reflux, il se dépose par refroidissement en cristaux brillants, qu'on essore, lave à l'alcool et sèche à 100°-110°.

L'analyse complète identifie ce corps à l'*urée-di-xanthylée*



$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

(¹) « L'observation si souvent contredite de M. Béchamp paraît toutefois exacte ». (A. Gautier, *Chimie biologique*).

découverte et signalée par nous dans une Note à l'Académie (*Comptes rendus*, t. 145, p. 813).

Quoique l'urée ait ainsi pris naissance au sein d'un mélange oxydant, il n'en faudrait cependant pas conclure que sa formation soit due nécessairement et exclusivement à un processus d'oxydation. Les travaux de Schützenberger, Schulze et Steiger, Drechsel, Kossel, Richet, Kossel et Dakin, et la théorie d'Armand Gautier sur la formation possible dans l'organisme d'une certaine quantité d'urée, par voie anaérobie, nous ont conduit à penser que ce corps devait aussi se produire *directement par l'action des alcalis sur l'albumine*.

L'expérience a très largement vérifié cette hypothèse et nous a ainsi mis en possession, à la fois, d'un mode de formation de l'urée jusqu'ici inconnu et d'une *nouvelle réaction générale*, *caractéristique et sensible*, *des matières protéiques*.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude des substances indialysables urinaires*. Note de MM. **H. Labbé** et **G. Vitry**, présentée par M. Dastre.

Si l'on dialyse de l'urine contre de l'eau distillée dans un dialyseur d'épaisseur et de matière convenables, la presque totalité des substances minérales et la plus grande partie des substances organiques passe dans le liquide intérieur. Ce fait a été signalé par A. Gautier et Mme Eliacheff. Dans le dialyseur, il reste une petite quantité de substances azotées de constitution inconnue. Depuis 1908, nous avons entrepris de recueillir et de doser d'une façon exacte ces substances afin d'établir leur proportion et leur importance comme matériaux urinaires.

Grâce à un dispositif de dialyse continue en sacs de parchemin, nous avons réussi à surmonter la plupart des difficultés techniques qui s'attachent à cette étude et nous apportons aujourd'hui un résumé des premiers résultats obtenus.

400^{cm^3} d'urine sont introduits dans un sac de parchemin dont la surface extérieure est baignée entièrement par l'eau distillée qui se renouvelle par un courant lent et continu (75^l en 30 heures). Au bout de ce temps, il reste dans le dialyseur un liquide (de volume supérieur de $\frac{1}{3}$ environ au volume initial de l'urine) contenant en dissolution les substances indialysables mélangées à une faible proportion de substances minérales qui restent fixées. Le liquide est évaporé, complété à un volume

connu et l'on effectue les déterminations qui permettent d'arriver aux données ci-dessous condensées :

Urines de sujets normaux.

Nos.	Azote total indialys.		Indialys. total.		Acidité indialys en SO^4H^2.	Acidité (urine primit.) en SO^4H^2.	Azote total (urine primit.).	
			pour 1000	24h	pour 1000	pour 1000	pour 1000	24h
1.......	0,27	0,27	1,60	1,60	0,032	0,56	7,14	7,14
2.......	0,17	0,17	1,85	1,85	0,032	0,39	6,41	6,41
3.......	0,15	0,25	0,84	1,43	0,032	0,89	7,05	11,98
4.......	0,27	0,27	1,56	1,56	0,032	1,27	5,82	5,82
5.......	»	»	1,15	1,32	0,026	1,17	11,11	12,77
Moy.	0,21	0,24	1,40	1,55	0,029	0,85	7,50	8,82

Rapports.

Nos.	N indialys. : N primitif urin.	N indialys. : indialys. tot.	Indialys. tot. : ext. organ. urin.	Acid. indialys. : indialys. tot.	Acid. indialys. : acidité urin.
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
1.......	3,70	16,90	5,50	2,00	5,70
2.......	2,65	9,18	7,48	1,73	8,10
3.......	2,12	17,80	3,84	3,70	3,59
4.......	4,63	17,30	5,79	2,11	2,51
5.......	»	»	3,06	2,26	2,22
Moy..	3,27	15,30	5,13	2,36	4,42

Ces substances indialysables, éliminées dans une proportion de 1g,50 à 2g par 24 heures, mais dont la quantité s'élève considérablement dans certains états pathologiques, ne renferment pas d'acides aminés. Exceptionnellement, on peut trouver, dans certains indialysables, des traces de substances dont l'azote est dosable au formol, mais il ne s'agit là que d'impuretés ayant échappé à la dialyse.

D'autre part ces substances sont acides et fortement azotées. Elles renferment presque toujours de petites quantités d'albumine qui sont susceptibles de coaguler et de s'insolubiliser par la chaleur. Elles sont très solubles dans l'eau froide. Ces caractères concordent avec ceux des polypeptides et des produits de dégradation assez élevés dans l'échelle du dédoublement des protéiques, dont ces substances présentent certaines réactions. Nous nous réservons de déterminer leurs caractéristiques chimiques, ainsi que leur coefficient de toxicité.

A un autre point de vue, il paraît intéressant de noter que la détermina-

tion de l'azote indialysable tend à faire disparaître la rubrique provisoire de l'azote indosé urinaire.

Groupons les diverses données :

Nos.	N indialysable pour 1000.	N indosé urine pour 1000.	Différence (N indosé — N indialys.)
1	0,27	+ 0,71	+ 0,44
2	0,17	+ 1,03	+ 0,86
3	0,15	+ 0,53	+ 0,38
4	0,27	— 0,10	— 0.37
Moyennes	0,21	+ 0,57	

On voit qu'il existe un écart entre l'azote indosé et l'azote indialysable. Cet écart représente donc des substances azotées dialysables, peut-être une fraction de l'acide hippurique ou de corps analogues. Si la détermination de l'azote indialysable n'annule donc pas la rubrique de l'azote indosé, elle montre, tout au moins, que, pour arriver à un semblable résultat, il faut procéder à une séparation préalable et complète des substances dialysables et indialysables, par la méthode ci-dessus décrite.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des plis de l'Atlas saharien.* Note (1) de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Pierre Termier.

L'origine des plissements qui prennent part à la structure de l'Atlas saharien a été différemment interprétée jusqu'ici. M. É. Ritter les attribue à une poussée normale à l'axe de ses amygdales de plis, M. Savornin et M. G.-B.-M. Flamand admettent l'influence de plis sous-jacents, enfin M. H. Roux les envisage comme la résultante de deux ondulations interférentes.

Il me semble beaucoup plus simple d'expliquer les rides de l'Atlas saharien comme nous avons expliqué précédemment celles du Haut-Atlas occidental marocain (2).

Les faisceaux de plis qui le constituent se trouvent également compris entre deux massifs tabulaires : au Sud, le Plateau saharien, qui forme, par son immense étendue, un *bouclier africain;* au Nord, le plateau secondaire de la région de Saïda que j'ai relié, par les monts de Tlemcen, avec le

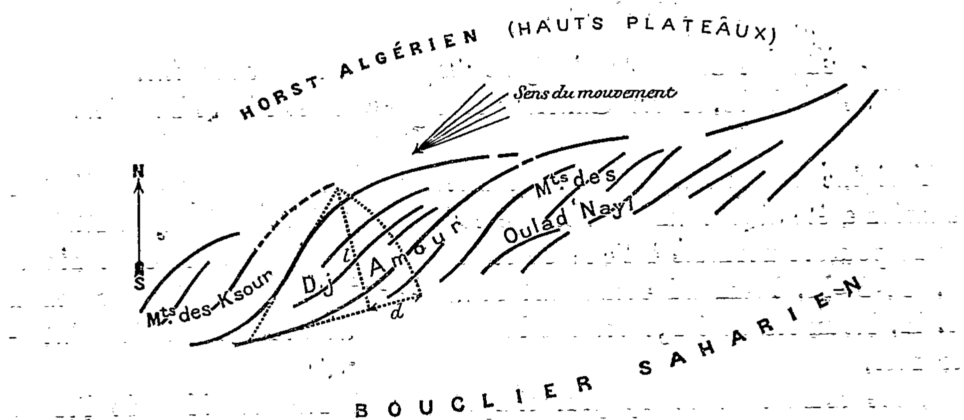
(1) Présentée dans la séance du 22 avril 1912.

(2) *Comptes rendus*, 15 avril 1912.

Jurassique d'architecture tabulaire des monts Beni Bou Zeggou; ce dernier se poursuit à l'Ouest par la gada de Debdou et le plateau du Rekkam, venant buter, à la Mlouya, contre le Moyen Atlas.

La continuité du plateau secondaire sous les grandes plaines des Chotts n'est pas douteuse; M. G.-B.-M. Flamand la considère avec raison comme une zone affaissée, puis comblée par les dépôts alluvionnaires et lacustres de la période néogène, ce qui confirme l'existence d'accidents du même genre, quoique beaucoup plus réduits, que j'ai signalés dans le plateau qui forme la bordure de la plaine d'Angad. Il en résulte que l'ensemble des hauts plateaux et des hautes plaines du Sud-Algérien et des confins algéro-marocains, doit être considéré comme la couverture récente d'un horst ancien tout à fait comparable à celui de la Meseta marocaine.

Si donc l'on admet que la zone effondrée vers la fin des temps primaires, lors du morcellement de la chaîne hercynienne — sur l'emplacement duquel s'est établi le Haut Atlas — se prolongeait au delà du Maroc jusqu'à la Syrte, on conçoit que les dépôts néritiques de l'Atlas saharien aient pu, à l'époque néogène, *être comprimés entre le horst algérien et le bouclier saharien*, par un rapprochement du premier.



Représentation schématique de l'allure des plis de l'Atlas saharien (d'après E. Ritter).

Admettons ce mouvement *en profondeur* du socle hercynien des dépôts secondaires et tertiaires du Sud-algérien. Un déplacement à peu près NS aurait produit une série de plis dirigés à peu près EW, c'est-à-dire suivant l'axe de l'Atlas saharien, dans les terrains secondaires de cette région. Des plis longitudinaux ayant cette direction se montrent à la bordure septentrionale et méridionale des faisceaux qui les composent; mais nous avons vu qu'ils se *relayent* mutuellement par des plis transversaux sensiblement NE-SN, considérés par M. H. Roux comme la résultante de deux composantes NE et EW. Il suffit donc, pour expliquer la formation des systèmes de

plis que l'on rencontre dans l'Atlas saharien, d'admettre que le *horst algérien s'est déplacé dans le sens du NE vers le SW.*

Il sera possible de nous faire une idée de l'amplitude de ce mouvement profond, les plis transversaux étant à 45° environ des plis longitudinaux. Le déplacement pourra, en effet, être mesuré par la différence *d* entre l'hypoténuse et le côté de l'angle droit d'un triangle rectangle isocèle dont le côté serait égal à la largeur moyenne *l* de l'Atlas saharien, soit $l(\sqrt{2}-1)$. Donc, en prenant pour *l* la largeur approximative de 60^{km}, nous voyons que le déplacement dans le sens NE-SW du horst algérien a été d'environ 25^{km}.

Bien entendu, il ne faut attribuer à ces chiffres qu'une valeur approximative, qui nous donne simplement une idée de l'ordre du déplacement qui s'est effectué en profondeur et non sa valeur absolue.

Ici encore, l'interposition du Trias gypseux *plastique* entre le socle primaire et sa couverture secondaire *rigide* a facilité le ridement de cette dernière. Il est à remarquer, en effet, que partout où les anticlinaux à noyau jurassique ont été assez profondément éventrés, la présence des dépôts lagunaires a été signalée.

Une autre conséquence se dégage de la théorie que nous venons d'exposer. J'ai montré que le Moyen Atlas se trouve encadré par des plateaux d'architecture tabulaire, l'un occidental qui est formé par la Meseta marocaine, l'autre oriental qui aboutit à la Mlouya par la gada de Debdou et le Rekkam. Si donc le mouvement profond que nous venons d'invoquer s'est produit, ainsi que je le crois fermement, le Moyen Atlas a été resserré entre les deux horsts, marocain et algérien, et ses plis tertiaires ont pu naître de cette compression, de même que le Haut Atlas et l'Atlas saharien sont nés du rapprochement de ces deux piliers résistants, par rapport au bouclier saharien. Il suffit d'admettre pour cela que la zone affaissée, demeurée zone faible de l'écorce terrestre, que j'ai envisagée sur l'emplacement actuel du Haut Atlas et de l'Atlas saharien, n'était pas seule, mais qu'il en existait une autre croisant la première sous un angle d'environ 45°, correspondant à la direction générale de la chaîne du Moyen Atlas.

Il faut donc nous attendre à ne voir, dans cette chaîne centrale du Maroc, que des plis assez simples sans chevauchements importants, puisque les couches jurassiques qui la constituent n'auront guère subi, par compression latérale, qu'un rétrécissement du cinquième, le Moyen Atlas ayant une largeur moyenne de 100^{km}.

Quant à la cause du déplacement du horst algérien, il me paraît difficile de la séparer de celle du mouvement principal qui a énergiquement plissé

les formations géosynclinales du Tell; car j'admets, d'accord avec MM. Ritter, Flamand et Roux, que les plis de l'Atlas saharien datent du Néogène, surtout de la deuxième phase de la période miocène. Et, ainsi que je l'ai fait remarquer à plusieurs reprises, la résultante des mouvements orogéniques qui ont plissé le Tell est dirigée vers le Sud; elle a donc pu pousser contre le bouclier saharien le horst profond qui existe sous les hauts plateaux et les hautes plaines du Sud-algérien, ainsi que sous les confins algéro-marocains.

PALÉONTOLOGIE. — *Les* Protoblattinæ *et les* Mylacrinæ *du terrain houiller de Commentry.* Note de M. **Fernand Meunier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Orthoptères *Blattidæ* de la sous-famille des *Protoblattinæ* et les *Mylacrinæ* sont peu représentés à Commentry, car l'examen de plus de 1200 empreintes de ces archaïques articulés ne m'a permis de découvrir que quelques intéressantes espèces.

Les *Protoblattinæ* ont souvent la nervation (veination) des élytres offrant des points de ressemblance avec les Paléodictyoptères. Toutefois, les documents connus actuellement, encore beaucoup trop fragmentaires, ne permettent pas de démêler, avec certitude, quelques traits de la phylogénie de ces êtres et des Paléodictyoptères.

Les Protoblattines du genre *Blattinopsis* sont de beaux Nomoneures primaires. *Blattiopsis* (*Fulgorina*) *Goldenbergi* Brongniart a 50^{mm} de longueur, *Blattinopsis ovalis* Brgt. est de dimension plus modeste; *Blattinopsis Perrieri* a une taille relativement minuscule; *Blattinopsiella pygmæa* est une gracieuse forme houillère de 7^{mm} de longueur.

Protoblattina Bouvieri et *Protoblattina Giardi* ressemblent aussi à des Paléodictyoptères.

Protoblattiniella minutissima est une très délicate forme stéphanienne de $4^{mm},5$ de longueur et $0^{mm},5$ de largeur; le corps a 14^{mm} de long. Schlechtendall et Handlirsch ont signalé des articulés fossiles rappelant le facies de ce Nomoneure et considérés par ces auteurs comme représentant des états jeunes de *Blattidæ*. La nervation du type de Commentry est beaucoup plus critère que celle des formes connues.

Lapparentia superba s'écarte de toutes les formes décrites, ce fossile a des traits de ressemblance avec les *Eucœnus;* par la morphologie du

thorax, il se range irrécusablement parmi les *Blattidæ*. C'est aussi le cas de *Protoblattina Bouvieri* et *Fayoliella elongata*. *Polietes elegantissima* a également quelque analogie avec les *Eucœnus*, mais il se rapproche davantage du genre *Polyetes* Handlirsch. D'autres Protoblattines de Commentry offrent également un grand intérêt paléo-entomologique, notamment *Fayoliella elongata*, *Stenoneura Maximi* Brongniart et *St. Fayoli* Brongniart. Cependant, si intéressantes qu'elles soient, toutes ces formes ne représentent qu'une épave de faune des Nomoneures ayant habité les bords du lac de ce gisement primaire.

Leur étude, très instructive au point de vue de l'évolution des types, ne présente guère d'intérêt pour ce qui concerne la paléontologie stratigraphique. Les *Protoblattinæ* des autres gisements paléozoïques ne sont pas plus concluants.

Dans leur ensemble, les Mylacrines de Commentry offrent un facies morphologique plus monotone que celui des Protoblattines. Le genre *Dictyomylacris* Brongniart, si reconnaissable à la striation radiée du thorax, n'est représenté que par quelques spécimens. *Dictyomylacris Poiraulti* Brongniart, à en juger d'après le type de cet auteur, est une forme assez problématique, le caractère du thorax (échancrure antérieure) sur lequel a été édifié cette espèce paraissant être le résultat d'une cause purement artificielle. *Dictyomylacris insignis* Brongniart ne devait pas être commun à Commentry, car il n'est connu que par de rares individus et quelques variétés, ces dernières pouvant plus tard être érigées en espèces. Les *Paromylacris* Scudder sont de beaux, assez petits mais larges Nomoneures de Commentry. *Paromylacris Jacobsi* est cependant une assez grande forme. *Paromylacris Boulei*, de plus petite taille, présente trois variétés nettement accusées. *Paromylacris Thevenini*, connu par un unique spécimen, est bien distinct des *Paromylacris Jacobsi* et *Boulei*. A Commentry, on n'observe qu'un petit nombre de représentants du genre *Promylacris* offrant cependant des caractères morphologiques assez appréciables. *Necymylacris Boulei* Agnus est une belle et grande mylacrine montrant tous les caractères du genre, si bien décrit et figuré par feu S. H. Scudder.

L'étude des *Blattidæ Protoblattinæ* et des *Palæoblattinæ* mylacrines devient parfois très difficile par suite des caractères asymétriques de l'élytre de droite ou de gauche. Cet état de chose semble indiquer que la veination de ces *Blattidæ* subissait encore de grandes transformations lors du dépôt des schistes houillers de Commentry. Les caractères asymétriques des Protoblattines n'ont conséquemment rien à voir avec les modulations

tératologiques qui affectent quelquefois la veination des élytres et des ailes des insectes hétérométaboles et métaboles.

En résumé, les schistes stéphaniens de Commentry ne nous ont livré que les empreintes et les contre-empreintes de quelques rares *Protoblattinæ*, nous laissant cependant entrevoir quelques chaînons de l'évolution probable des *Blattidæ* en général et des *Protoblattinæ* en particulier. C'est une faune locale, très fragmentaire, mais offrant un grand intérêt scientifique.

M. **Georges Rodillon** adresse une Note *Sur les cristaux en haltère dans les sédiments urinaires.*

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie.

Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 1er avril 1912.)

Note de M. *G.-A. Hemsalech*, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique :

Page 874, ligne 2, *au lieu de* vapeur mécanique, *lire* vapeur métallique.

(Séance du 22 avril 1912.)

Note de M. *H. Deslandres*, Opérations de l'Observatoire de Meudon pendant l'éclipse de Soleil du 17 avril :

Page 1024, ligne 20, *au lieu de* dans les épreuves faites le matin en dehors de l'éclipse, *lire* dans les épreuves faites pendant la journée en dehors de l'éclipse.

Note de M. *Ravin*, Nutrition carbonée des Phanérogames à l'aide de quelques acides organiques et de leurs sels potassiques :

Page 1100, note (3), *au lieu de* 1,26 pour 100, *lire* 1,26 pour 1000.
Page 1101, ligne 5 en remontant, *au lieu de* $0^g,80$, *lire* 80^{mg}.
Même page, lignes 7 et 8 en remontant, *au lieu de* $0^g,3$, *lire* 3^{mg}.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 29 Avril 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

COMMISSIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 18.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES

48842 PARIS — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 19 (6 Mai 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. LIPPMANN, en remettant au Prince *Roland Bonaparte* la Médaille Arago qui lui est offerte par l'Académie, s'est exprimé ainsi :

« MONSEIGNEUR ET TRÈS HONORÉ CONFRÈRE,

» L'Académie veut aujourd'hui vous offrir une marque de sa gratitude pour les nombreux et éminents services que vous n'avez jamais cessé de rendre à la recherche scientifique.

» De tout temps, vous avez passionnément aimé la Science et principalement l'histoire naturelle. Comme voyageur et naturaliste, vous avez de bonne heure apporté votre contribution à la connaissance de notre globe et de ses habitants, vous vous êtes adonné spécialement à l'étude des régions des glaciers, à la Géographie, à l'Ethnographie. Et en outre, et cette pensée ne vous a jamais quitté, vous avez eu le souci de faciliter, de préparer le travail de l'avenir en réunissant les matériaux scientifiques utiles à d'autres chercheurs. C'est ainsi que de tous vos voyages vous avez rapporté nombre de collections de Géologie, de Botanique et d'Ethnographie: on se souvient de cette précieuse collection de 7000 clichés que vous avez pris aux Indes et dans le Nouveau-Monde pour fixer les types de races humaines peu connues ou appelées à disparaître. Plusieurs laboratoires, les stations maritimes de Banyuls, de Roscoff, la station physiologique du Parc-au-Prince, et d'autres que j'oublie, ont reçu de vous une partie de leur équipement.

» Votre constante et généreuse prévoyance s'étend aux sciences que personnellement vous n'avez pas cultivées : vous avez contribué à l'érection de

deux observatoires, et la Géodésie vous doit un signalé service. Reprenant sa glorieuse tradition du XVIIIe siècle, la France avait envoyé à Quito une expédition chargée de mesurer un arc du méridien : opération particulièrement importante pour la Géodésie, précisément parce qu'elle avait lieu à l'équateur. Au bout de quatre ans d'efforts, cette belle œuvre, qui fait honneur à la France, allait, dois-je le rappeler, rester interrompue, faute d'un crédit suffisant; votre intervention a permis de terminer l'œuvre entreprise, en venant à l'aide des pouvoirs publics.

» Il y a quelques années, il y avait une lacune dans nos institutions ; nul moyen régulier n'était prévu pour encourager et pour subventionner des recherches encore à l'état de projet. Vous avez voulu combler cette lacune en créant le fonds Bonaparte, et vous avez tenu à associer l'Académie à cette œuvre en la chargeant de choisir les travaux de toute catégorie appelés à en bénéficier. Cette création a produit dès la première année les meilleurs résultats, et il n'est pas douteux que son utilité n'aille en croissant en raison même du développement de la Science.

» Votre action bienfaisante s'est donc étendue à toutes les disciplines, votre dévouement à la Science s'est manifesté efficacement et sous toutes les formes. L'Académie vous en est reconnaissante, Monseigneur et très honoré Confrère.

» Je suis heureux de vous offrir en son nom cette Médaille, qui a été frappée à l'effigie d'Arago, en mémoire d'un homme qui a su faire progresser à la fois la Physique et l'Astronomie, et dont le souvenir honore l'Académie des Sciences. »

M. le Prince **Roland Bonaparte** remercie l'Académie dans les termes suivants :

« Monsieur le Président,

» J'ai été très sensible à toutes les aimables paroles que vous avez bien voulu m'adresser.

» L'Académie, en m'attribuant la médaille Arago, me fait grand honneur et grand plaisir en même temps :

» Grand honneur pour moi que de recevoir cette belle médaille après les savants illustres qui l'ont obtenue avant moi;

» Grand plaisir, car cela me montre que ce que j'ai déjà fait en faveur des

travailleurs scientifiques pour les aider dans leurs recherches a reçu l'approbation de l'Académie.

» Tâcher de contribuer à augmenter la somme de nos connaissances positives : tel a toujours été le but que je me suis proposé. Je remercie donc bien cordialement tous mes Confrères de la marque de sympathie qu'ils viennent de me donner. »

NOMINATIONS.

M. le **Président de l'Association française du Froid** invite l'Académie à se faire représenter au *Deuxième Congrès national du Froid*, qui se tiendra à Toulouse du 23 au 25 septembre 1912.

MM. **Armand Gautier**, **d'Arsonval** et **Tisserand** sont désignés pour représenter l'Académie.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la Chaire d'*Histologie comparée* du Collège de France.

Pour la désignation du candidat de première ligne :

Au premier tour du scrutin, le nombre de votants étant 53,

M. Laguesse obtient	23	suffrages
M. Nageotte »	21	»
M. Jolly »	6	»
M. Retterer »	3	»

Au second tour de scrutin, le nombre de votants étant 51,

M. Laguesse obtient	25	suffrages
M. Nageotte »	22	»
M. Jolly »	2	»
M. Retterer »	2	»

Au troisième tour de scrutin, le nombre de votants étant 48,

M. Laguesse obtient	26	suffrages
M. Nageotte »	21	»
M. Retterer »	1	»

Pour la désignation du canditat de seconde ligne :
Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 49,

M. Nageotte obtient	28	suffrages
M. Jolly »	15	»
M. Retterer »	6	»

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne.......... M. **Laguesse**
En seconde ligne.......... M. **Nageotte**

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux ou trois candidats à la Chaire de *Filature et Tissage* vacante, au Conservatoire des Arts et Métiers, par le décès de M. *Imbs*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux ou trois candidats à la Chaire d'*Agriculture* vacante, au Conservatoire des Arts et Métiers, par le décès de M. *Grandeau*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912.* Note de MM. **de Vanssay**, **Cot** et **Courtier**, présentée par M. Bigourdan.

A la demande du Bureau des Longitudes, le Service hydrographique avait installé trois postes d'observations près de Luzarches au nord de

Paris, sur une ligne sensiblement perpendiculaire à la ligne centrale de l'éclipse, à savoir :

Premier poste, à Seugy, MM. les ingénieurs hydrographes de Vanssay et Villain.
Deuxième poste, à Luzarches, MM. les ingénieurs hydrographes Cot et Boutan.
Troisième poste, à Lassy, MM. les ingénieurs hydrographes Courtier et Ricard.

Chaque poste était muni d'un théodolite à microscopes (grossissement 17), de jumelles marines, d'un compteur de marine (comparé à la pendule Winnerl 281 du Service hydrographique) et d'une montre de torpilleurs. En outre, le poste 2 disposait d'une lunette astronomique de fort grossissement (G = 60) et les postes 2 et 3 étaient munis de chronographes.

Les observations ont été favorisées par un temps exceptionnel sans aucun nuage; au moment de la phase centrale, on a aperçu aux trois endroits le Soleil sous la forme d'un mince cerceau lumineux; l'éclipse a donc été *annulaire*.

Les observateurs se sont attachés spécialement à la détermination de *l'heure et de la position des contacts;* l'heure a été notée très exactement au moyen des compteurs, et la position des contacts a été appréciée à vue sur le disque solaire. Les grains de Baily, dus aux inégalités de la surface lunaire, ont gêné notablement ces observations de contact et l'on a pu se rendre compte que le contact du disque solaire et d'une surface irrégulière, comme celle de la Lune, n'était pas un phénomène horaire susceptible d'une grande précision; on a adopté, pour définir le *contour de la surface lunaire*, une courbe moyenne, à l'intérieur de laquelle il restait encore quelques grains brillants.

I. *Observations.* — Voici, en temps moyen légal, le résultat des observations effectuées :

	1er poste : Seugy. L = 49°07′11″; M = 0°03′26″ E.		2e poste : Luzarches. L = 49°06′44″; M = 0°05′11″ E.		3e poste : Lassy. L = 49°05′53″; M = 0°06′35″ E.	
	M. de Vanssay.	M. Villain.	M. Cot.	M. Boutan.	M. Courtier.	M. Ricard.
Instruments	théodolite G = 17	jumelles G = 5	théodolite G = 17 chronogr.	lunette astronom. G = 60	théodolite G = 17 chronogr.	jumelles G = 8
Apparence observée	annulaire	partielle (croissant en haut)	annulaire	annulaire	annulaire	annulaire
1er contact : heure	10h.49m.18s,3	»	10h.49m.31s,2	10h.49m.28s,6	10h.49m.37s,5	10h.49m.37s,5
2e contact : heure	12.10.32,3	»	»	»	12.10.42,5	12.10.46,5
angle au zénith	220°				268°,5	258°,5

	1er poste : Seugy. L=49°07′11″; M=0°03′26″ E.		2e poste : Luzarches. L=49°06′44″; M=0°05′11″ E.		3e poste : Lassy. L=49°05′53″; M=0°06′35″ E.	
	M. de Vanssay.	M. Villain.	M. Cot.	M. Boutan.	M. Courtier.	M. Ricard.
3e contact : heure	$12^h.10^m.49^s,3$	»	$12^h.10^m.41^s,3$	$12^h.10^m.42^s,5$	$12^h.10^m.47^s,5$	$12^h.10^m.56^s,5$
angle au zénith	(tard)		83°	70°	348°,5	18°,5
4e contact : heure	13.32.36,3		13.32.35,3	13.32.41,5	13.32.34,3	13.32.26,5
Durée de la phase annulaire	17s,0 (fort)				5s,0	10s,0
Heure du milieu de l'éclipse.	0.10.40,8	$0^h10^m43^s,4$			0.10.44,5	0.10.52,0
Position des contacts par rapport à la trajectoire du centre de la Lune sur le disque solaire.	inférieure		inférieure	inférieure	supérieure	supérieure

L'angle au zénith est compté de 0° à 360° du Nord vers l'Est.

II. *Dépouillement des observations.* — Il résulte du Tableau précédent que l'éclipse était annulaire, que le rayon de la Lune était sensiblement inférieur à celui du Soleil, et que la ligne centrale se trouvait entre Luzarches et Lassy, puisque les contacts observés en ces deux endroits se trouvaient de part et d'autre de la trajectoire du centre de la Lune sur le disque solaire.

On peut déduire de l'ensemble de ces observations des résultats plus complets; toutefois, il convient de remarquer au préalable que, les *contacts intérieurs* se produisant à des endroits localisés de la Lune où peuvent exister des déformations, on ne saurait en tout état de cause obtenir que des chiffres approximatifs pour les quantités cherchées : *heure du milieu de l'éclipse, position de la ligne centrale, différence des rayons de la Lune et du Soleil.*

Nous utiliserons les formules

$$T_0 = \frac{T_2 + T_3}{2}, \qquad r = \frac{T_3 - T_2}{5^s,0 \cos\alpha}, \qquad d = r \sin\alpha \times 1800^m,$$

en désignant par T_0 l'instant du milieu de l'éclipse, T_2, T_3 les instants du deuxième et du troisième contacts, R le rayon du Soleil en secondes d'arc, $R - r$ le rayon de la Lune, α l'angle de position des points de contact par rapport à la trajectoire du centre de la Lune sur le disque solaire; l'angle au zénith de cette trajectoire est connu à l'avance et égal à 48°,5 près de Luzarches.

1° *Heure du milieu de l'éclipse.* — Les heures obtenues sont :

		h m s	
1er poste (Nord), Seugy.....	M. de Vanssay...	0.10.40,8	Théodolite
	M. Vallain........	0.10.43,4	Jumelles
2e poste (Sud), Lassy.......	M. Courtier.....	0.10.44,5	Théodolite
	M. Ricard.......	0.10.52,0	Jumelles

Nous adoptons $0^h10^m44^s,0$ pour heure du milieu de l'éclipse à Luzarches, qui se trouve sensiblement à mi-distance de Seugy et de Lassy.

2° *Position de la ligne centrale de l'éclipse.* — En nous basant sur la *position moyenne* des contacts observés à Lassy d'une part, à Luzarches et Seugy d'autre part, nous trouvons que *la ligne centrale passe au sud de Luzarches, au quart de la distance Luzarches-Lassy.*

3° *Différence des rayons des deux astres.* — A l'aide des observations de la *position des contacts* et de la position de la ligne centrale ci-dessus adoptée, on obtient

$$r = \frac{d}{1800 \sin\alpha}.$$

		d, distance à la ligne centrale adoptée.	α, angle moyen de position.	r.
		m	°	″
2e poste, Luzarches...	M. Cot.......	500	34,5 inférieur	0,50
	M. Boutan....	500	21,5 inférieur	0,55
3e poste, Lassy.......	M. Courtier...	1700	50 supérieur	1,20
	M. Ricard.....	1700	30 supérieur	1,80
			En moyenne...	$r = 1,0$

A l'aide de la *durée observée de la phase annulaire*, on obtient

$$r = \frac{T_3 - T_2}{5^s,0 \cos\alpha}.$$

3e poste, Lassy........	M. Courtier........	$T_3 - T_2 = 5^s,0$	$r = 1'',6$
	M. Ricard..........	$10^s,0$	$2'',2$
		En moyenne...	$r = 1'',9$

Les observations de position nous ont paru comporter plus d'exactitude que les observations de durée; nous concluons que *le rayon de la Lune était notablement inférieur au rayon du Soleil d'une quantité qu'on peut évaluer grossièrement à* 1″,2.

4° *Heures des contacts extérieurs :*

		1er contact.	4e contact.
		h m s	h m s
1er poste, Seugy.......	M. de Vanssay....	10.49.18,3	13.32.36,3
2e poste, Luzarches....	M. Cot...........	10.49.31,2	13.32.35,3
	M. Boutan.......	10.49.28,6	13.32.41,5
3e poste, Lassy........	M. Courtier......	10.49.37,5	13.32.34,3
	M. Ricard.......	10.49.37,5	13.32.26,5

ASTRONOMIE. — *Sur le caractère de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912 au Portugal.* Note de **P. Salet**, présentée par M. B. Baillaud.

L'éclipse du 17 avril devait être totale au Portugal d'après les diverses éphémérides, excepté celles basées sur la seconde hypothèse de la *Connaissance des Temps*, concernant le diamètre lunaire. Je me suis donc rendu à Ovar où la totalité, d'après la première hypothèse de la *Connaissance des Temps*. devait atteindre 6 secondes. Ma station, repérée sur la Carte publiée par l'Observatoire de Lisbonne, était située par 8°37',0 Ouest Greenwich et +40°51',5, à 0^{km},4 de la ligne de centralité prévue par la *Connaissance des Temps* et à 2^{km},3 de celle de l'*American Ephemeris*, c'est-à-dire très près de la ligne de centralité réelle déduite des observations faites en France. La mission russe de M. Donitch était à 0^{km},7 à l'Ouest. M. da Costa Lobo, professeur à l'Université de Coïmbre, qui avait bien voulu se charger d'un de mes appareils, était à 1^{km},5 au Sud-Est et avait échelonné ses élèves perpendiculairement à la ligne de centralité. Or, dans cette zone, aucune des personnes interrogées n'a aperçu la couronne solaire; toutes ont eu l'impression qu'il restait toujours quelque partie visible du Soleil. Dans le chercheur de ma lunette photographique, les grains lumineux m'ont paru disparaître à l'Est 2 secondes environ avant de reparaître à l'Ouest, mais d'autres grains restaient visibles au Nord et au Sud. Enfin, les photographies montrent des grains répartis sur des arcs de plus de 180° et n'ont pas donné de trace notable de la couronne.

L'ensemble de ces faits tend à prouver qu'il n'y a pas eu totalité sur la ligne de centralité au Portugal. Ce résultat concorde avec la durée de 4 secondes trouvée pour la phase annulaire par M. Bigourdan à Cormeilles, et montre que, *pour cette éclipse très particulière*, la seconde hypothèse de la *Connaissance des Temps* était la plus exacte.

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse du 16-17 avril 1912 faites à l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **L. Picart**, présentée par M. Baillaud.

Deux couches de nuages, dont les supérieurs venaient de l'Est, et les inférieurs du Sud-Sud-Ouest, ont gêné pendant toute sa durée l'observation du phénomène.

A l'équatorial de 0^m,38, MM. Picart et Doublet ont dû renoncer à noter

les contacts sur l'image projetée; M. Picart a observé directement au chercheur; il a trouvé les heures suivantes, en temps légal :

Premier contact..................	$10^{h}38^{m}25^{s},6$
Deuxième contact................	$13^{h}25^{m}22^{s},2$

Le premier contact a été déterminé assez exactement, avec un retard de 1 ou 2 secondes; quant au dernier, il est noté en avance, un nuage ayant caché le Soleil à l'heure indiquée; mais 15 secondes plus tard, l'image était réapparue, il n'y avait plus trace d'échancrure.

A l'aide d'une jumelle de campagne (objectif de 45^{mm}, grossissement 8 fois), M. Courty a noté le premier contact à $10^{h}38^{m}31^{s},3$.

MM. Courty et Godard devaient prendre, à l'équatorial photographique, le plus grand nombre de clichés possible, surtout au voisinage des contacts; l'objectif avait été diaphragmé à 95^{mm} et portait à l'avant un obturateur à double volet du système Guerry; les plaques étaient de deux sortes : des plaques Lumière au citrate d'argent mises gracieusement à notre disposition par M. Jules Baillaud, dont la durée d'exposition variait de 1 à 2 secondes, et d'autre part des plaques Lumière avec émulsion rouge anti-halo; pour ces dernières, une pellicule jaune était mise en contact avec la couche sensible, et la durée d'exposition était réduite à un quart de seconde. L'état du ciel a permis d'obtenir seulement 8 clichés de la première sorte, et 14 de la seconde; en outre les plaques numérotées **1**, **3**, **8**, **9**, **20** et **22** ont été impossibles à mesurer.

Voici les résultats des mesures qui ont été effectuées par les dames du Bureau des Calculs :

		Angles de position.			Flèches.				
Plaques.	Heures légales.	Réseau.	Ligne des cornes.	Longueur de la corde.	Ligne des cornes.	Fond de l'échancrure.	Bord du Soleil.	Diamètre du Soleil.	
	h m s	° ′	° ′	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	′ ″	
2..	10.43.10,8	263.54	317. 9	11. 9,0	83.27,4	82.22,0	52.21,6	31.58,6	R
4..	52.48,8	263.40	317.26	18.19,6	80.23,6	78.31,8	52.18,4	31.48,8	C
5..	58.49,5	263. 9	318.13	21.14,4	77.32,0	76.40,8	52.12,2	31.49,6	C
6..	11.28.44,3	264.15	321.20	29.30,2	71.41,2	61.56,6	49.32,2	31.53,0	R
7..	39.26,8	264. 6	325.16	30.53,0	78. 7,6	67. 1,8	58.26,8	32. 4,0	R
10..	58. 9,8	263.22	8.52	32. 5,6	70. 0,6	54.59,4	53. 1,4	32. 1,8	R
11..	12. 2.17,8	264. 3	62.15	31.59,2	69.16,0	54.34,0	52.51,8	32.10,0	R
12..	5.33,3	263.44	92. 8	31.58,6	69.43,6	55. 3,6	52.36,8	32. 5,6	R
13..	9.24,5	263.49	107.53	31.45,4	70.24,0	56.19,2	52.47,0	32. 0,0	C
14..	13.51,8	263.59	117. 3	31.39,4	72.30,6	56.19,8	51.13,2	31.59,6	C
15..	33.25,0	263.58	127.34	29.41,2	75.14,2	66.33,4	54.13,8	32. 6,0	R
16..	45.22,6	264. 2	129.52	27.18,2	79.10,8	71.32,6	54.39,4	32. 5,0	R
17..	51.42,8	263.46	130.23	25.37,4	80.44,4	84.28,8	55. 5,4	31.59,2	C
18..	13. 1.44,3	263.51	131.17	17.19,8	78. 0,2	78.39,0	50.41,2	31.58,4	R
19..	15.28,3	263.59	132.12	15. 1,0	81. 7,4	79.14,2	51. 0,8	31.42,4	C
21..	22.54,8	263.37	132.37	8. 0,6	83.15,0	82.40,4	51.35,2	32. 2,8	R

Les indications R ou C distinguent les plaques rouges des plaques au citrate.

Une tentative faite pour déterminer les variations de l'intensité lumineuse n'a point donné de résultats, à cause du changement continuel de la nébulosité. Pour la même raison, la variation dans la température a été en partie masquée; néanmoins le thermomètre a baissé de 3° de 11^h à midi, le minimum correspondant sensiblement à la plus grande phase de l'éclipse et s'est relevé ensuite de 4° jusqu'à 2^h30^m.

ASTRONOMIE. — *La latitude de l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. E. Rabioulle, présentée par M. Baillaud.

L'installation des premiers instruments sur l'emplacement actuel de l'Observatoire de Toulouse remonte à 1846. F. Petit, alors directeur, relia le nouvel Observatoire à l'ancien (aujourd'hui maison n° 16, rue des Fleurs, près la Garonne) par des mesures de triangulation. En utilisant la latitude de la coupole de la rue des Fleurs, obtenue vers 1820 par d'Aubuisson avec un cercle de Reichenbach, Petit en conclut pour la latitude de la façade sud de la salle méridienne 43°36′45″,6 (*Annales de l'Observatoire de Toulouse*, t. I, 1863).

Le détail du travail de d'Aubuisson étant perdu, Petit refit une détermination directe de la latitude de son nouvel Observatoire. Il employa à cet effet en 1846-1847 : 1° un cercle vertical répétiteur de qualité médiocre ayant $0^m,28$ de diamètre avec lunette de 27^{mm} d'ouverture et de grossissement 18 ; 2° un théodolite de Gambey prêté par le capitaine Blondat, chargé de dresser la Carte d'État-Major dans la région. Petit trouva pour l'axe de la lunette méridienne de Ramsden :

		Latitude.	Latitude conclue.
Cercle de l'Observatoire.	652 ⋆ Nord....	43°36′49″,93	43°36′45″,37
	638 ⋆ Sud.....	40,81	
Cercle du Dépôt de la Guerre.	204 ⋆ Nord....	45,05	43.36.45,18
	114 ⋆ Sud.....	45,31	

On reste étonné de la concordance de ces moyennes, vu les écarts que présentent les résultats fournis par deux étoiles prises au hasard.

En 1873, Tisserand entreprit de nouvelles déterminations au moyen d'un petit cercle méridien de Rigaud, mais elles n'ont pas été terminées.

Plus récemment, M. Saint-Blancat fit au cercle méridien Gautier des

déterminations de nadir (distance polaire de la verticale) pendant l'exécution de ses catalogues d'étoiles de repères (1895-1905).

On déduit de la moyenne de ces mesures (*Annales de l'Observatoire de Toulouse*, t. IV et VIII).

			Latitude.	Latitude conclue.
Position directe.	Cercle I	⋆ Sud......	43°.36'.44",77	43°.36'.44",0
	»	⋆ Nord.....	44,03	
Position inverse.	Cercle II	⋆ Sud......	43,90	
	»	⋆ Nord.....	43,17	

Enfin, en 1911, nous avons effectué nous-même de nouvelles déterminations de latitude, en un point soigneusement repéré, en nous servant de l'astrolabe à prisme de MM. Claude et Driencourt (modèle géodésique). On sait que ce procédé basé sur la méthode des hauteurs égales de Gauss généralisée, n'exige pas l'emploi délicat des cercles divisés (sauf pour le calage en azimut). La réfraction, de plus, n'intervient que par ses variations suivant les conditions météorologiques : or à 30° de distance zénithale, ces variations sont presque toujours négligeables pendant le temps relativement court d'une série d'observations. Nous avons fait 233 observations d'étoiles du catalogue de Bossert. Les circumméridiennes sont surtout à rechercher pour la détermination de la latitude; mais désirant aussi obtenir l'heure locale par le procédé de l'astrolabe, nous avons observé des étoiles dans tous les azimuts. Dans le Tableau suivant, les lettres O et C indiquent que les temps ont été notés à l'œil et à l'oreille ou au chronographe.

1911.		Latitude.
Juin 30.....	O	43°.36'.45",9
Juillet 4.....	O	45,4
» 5.....	C	45,3
» 8.....	O	44,9
» 10.....	O	45,2
» 12.....	C	44,4
» 13.....	C	45,1
» 17.....	O	45,0
» 19.....	O	44,7
» 21.....	C	45,0
» 22.....	C	44,7
Moyenne........		43.36.45,05

Ramenons maintenant toutes ces latitudes à un même point, afin de les comparer. Nous choisirons pour cela l'axe du cercle méridien de Gautier,

dont le parallèle est à $38^m,15$ sud de celui de l'axe de l'ancienne lunette Ramsden. L'astrolabe était installé sur le méridien du cercle Gautier, à $16^m,70$ au nord de l'axe des tourillons. Nous aurons ainsi à appliquer aux latitudes ci-dessus les corrections suivantes : $-1'',10$ au nombre de d'Aubuisson-Petit; $-1'',23$ à ceux de Petit et $-0'',54$ à celui de Rabioulle. On obtient ainsi :

Latitude.			Date.
43°36′44″,5	d'après d'Aubuisson-Petit	......	1820-1844 ?
44,1	» Petit	....	1847,2
43,9	» Petit	....	1847,4
44,0	» Saint-Blancat	....	1900 environ
43,5	» Rabioulle	....	1911,5

L'accord paraît satisfaisant, mais il faudrait encore tenir compte de la variation de la latitude pendant les intervalles considérés : variation loin d'être toujours négligeable. M. Th. Albrecht a, en effet, publié (*Astronomische Nachrichten*, n° 4504), la trajectoire du pôle à la surface de la Terre pendant la période 1900,0-1910,0, L'amplitude de ce mouvement en 1900 était très faible, mais a atteint pendant l'année 1910 une grandeur qu'on n'avait jamais observée précédemment : l'oscillation fut de $0'',6$. Les documents relatifs à l'année 1911 ne sont pas encore publiés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les limites des substitutions du groupe d'une équation linéaire du second ordre.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Émile Picard.

1. Considérons une équation différentielle linéaire du second ordre

$$\text{(E)} \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + m(x)\frac{dy}{dx} + n(x)y = 0,$$

où $m(x)$ et $n(x)$ sont des fonctions analytiques, holomorphes à l'intérieur d'un cercle (C) de rayon R décrit autour de $x = 0$ comme centre, sauf toutefois aux points $x = 0$ et $x = \varepsilon\ (|\varepsilon| < R)$ qui sont pour (E) deux points essentiellement singuliers, *réguliers* au sens de L. Fuchs. Moyennant une transformation simple effectuée sur y, il est toujours loisible de donner à (E) la forme

$$\text{(E')} \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{r_1}{x} + \frac{s_1}{x-\varepsilon}\right)\frac{dy}{dx} - \left[\frac{\alpha_1}{x} + \frac{\beta_1}{x-\varepsilon} + p(x)\right]y = 0,$$

où $p(x)$ est holomorphe à l'intérieur de (C) et peut dépendre de ε, ainsi que r_1, s_1, α_1 et β_1. Soit maintenant x_0 un point quelconque pris à l'intérieur de (C); de x_0 comme origine décrivons dans le sens direct autour du point $x=0$ un lacet simple $\mathfrak{L}$, *laissant le point singulier* $x=\varepsilon$ *à son extérieur*, et soit (y_1, y_2) un système fondamental d'intégrales de (E') prenant en x_0, ainsi que ses dérivées, des valeurs indépendantes de ε. Lorsque x décrit le lacet $\mathfrak{L}$, (y_1, y_2) subit une substitution linéaire $S(Sy_1 = Ay_1 + By_2, Sy_2 = Cy_1 + Dy_2)$ dont les coefficients A, B, C, D dépendent en général du paramètre ε. Cela étant, *faisons tendre* ε *vers* o, et choisissons $r_1, s_1, \alpha_1, \beta_1$ et $p(x)$ de telle sorte que (E') tende vers une équation limite bien déterminée (e); ceci exige que l'on ait $r_1 = r + \gamma\varepsilon^{-1}$, $s_1 = s - \gamma\varepsilon^{-1}$, $\alpha_1 = \alpha + \delta\varepsilon^{-1}$, $\beta_1 = \beta - \delta\varepsilon^{-1}$; $r, s, \alpha, \beta, \gamma, \delta$ restant finis quand ε tend vers o, et l'équation limite (e) s'écrit

$$(e) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{r+s}{x} - \frac{\gamma}{x^2}\right)\frac{dy}{dx} - \left[\frac{\alpha+\beta}{x} - \frac{\delta}{x^2} + p(x)\right]y = 0;$$

elle possède en $x=0$ un point singulier *régulier ou irrégulier*, suivant qu'on a $\gamma = 0$ ou $\gamma \neq 0$. D'autre part, ε tendant vers zéro, le lacet $\mathfrak{L}$ devra se déformer en même temps de façon à laisser toujours ε à son extérieur.

Je me suis proposé de rechercher *si la substitution* S *correspondant à* $\mathfrak{L}$ *tend vers une limite quand* ε *tend vers* zéro, et de calculer cette limite dans l'affirmative. J'ai trouvé que, en général, *pour* $\gamma = 0$ *les coefficients de* S, *et pour* $\gamma \neq 0$ *des combinaisons convenablement choisies de ces coefficients tendent vers des limites bien déterminées* qui se laissent calculer à l'aide de l'équation limite (e). Indépendamment de son intérêt propre, cette question une fois résolue trouvera, comme je le montrerai, une application très importante à la théorie des équations différentielles dont les intégrales ont leurs points critiques fixes.

Dans cette première Note, je me bornerai à indiquer la solution pour le cas particulier très simple où l'on a $\alpha_1 = \beta_1 = p(x) = 0$; ce qui justifie cette étude, c'est qu'elle permet de traiter un cas d'exception qui échappe à la méthode générale.

2. Appelons $(\mathcal{E})$ l'équation (E) correspondant aux données précédentes, et soit (y_1, y_2) un système fondamental de $(\mathcal{E})$ défini par les conditions

$$y_1(x_0) = 1, \qquad y_1'(x_0) = 0, \qquad y_2(x_0) = 0, \qquad y_2'(x_0) = 1.$$

On trouve aisément

$$Sy_1 = y_1 \qquad \text{et} \qquad Sy_2 = Ly_1 + e^{-2\pi i r_1}y_2,$$

en posant

$$\mathrm{L}(x_0, \varepsilon) = \int_{\mathfrak{L}} x^{-r_1}(x-\varepsilon)^{-s_1}\, dx.$$

Tout revient donc à trouver la limite de L lorsque ε tend vers zéro. Or je montre qu'on a (pour $r_1 + s_1 \neq 1$)

$$(\alpha) \qquad \mathrm{L}(x_0, \varepsilon) = (1 - e^{-2\pi i r_1}) \frac{x_0^{1-r_1-s_1}}{r_1 + s_1 - 1} \mathrm{F}\left(s_1,\ r_1 + s_1 - 1,\ r_1 + s_1,\ \frac{\varepsilon}{x_0}\right) + e^{-2\pi i r_1}(1 - e^{-2\pi i s_1}) \frac{\Gamma(r_1 + s_1 - 1)\Gamma(1 - s_1)}{\Gamma r_1} \varepsilon^{1-r_1-s_1},$$

F désignant la fonction hypergéométrique de Gauss; pour $r_1 + s_1 = 1$, on obtiendrait une formule analogue. La limite cherchée résulte facilement de la formule (α); plus généralement, j'ai pu obtenir la proposition suivante qui trouvera son application ultérieurement. Soit

$$f(x_0, \varepsilon) = \int_{\mathfrak{L}} x^{-r_1}(x-\varepsilon)^{-s_1}\, \mathrm{F}(x)\, dx,$$

$\mathrm{F}(x)$ désignant une fonction de x holomorphe à l'intérieur de (C). Pour $r_1 + s_1 - 1$ réel et négatif,

$$\lim_{\varepsilon=0} f(x_0, \varepsilon) = (e^{-2\pi i r_1} - 1) \int_0^{x_0} x^{-(r_1+s_1)}\, \mathrm{F}(x)\, dx$$

(l'intégrale étant prise le long du chemin direct $\overline{\mathrm{O}x_0}$). Pour $r_1 + s_1 - 1$ réel et positif ou nul, $\lim\limits_{\varepsilon=0} f(x_0, \varepsilon) = \infty$, si r_1 ou s_1 n'est pas un entier négatif ou nul; si r_1 est un entier négatif ou nul, $\lim\limits_{\varepsilon=0} f(x_0, \varepsilon) = 0$; si s_1 est un entier négatif ou nul,

$$\lim_{\varepsilon=0} f(x_0, \varepsilon) = \int_\lambda x^{-(r_1+s_1)}\, \mathrm{F}(x)\, dx,$$

λ désignant un lacet simple direct décrit de x_0 comme origine autour de O. Enfin, si $r_1 + s_1 - 1$ est un nombre complexe, $f(x_0, \varepsilon)$ peut tendre vers une limite (finie ou non) ou vers aucune limite, suivant la façon dont ε tend vers zéro.

Faisons en particulier $\mathrm{F}(x) = 1$; l'énoncé précédent montre qu'*en général pour l'équation* ($\mathcal{E}$), *la substitution* S *tend vers une substitution limite* $\overline{\mathrm{S}}$ de coefficients $\overline{\mathrm{A}} = 1$, $\overline{\mathrm{B}} = 0$, $\overline{\mathrm{C}} = (1 - e^{-2\pi i r_1}) x_0^{1-r_1-s_1}(r_1 + s_1 - 1)^{-1}$, $\overline{\mathrm{D}} = e^{-2\pi i r_1}$. Si maintenant r_1 et s_1 sont de la forme $r \pm \gamma\varepsilon^{-1}$ et $s - \gamma\varepsilon^{-1}$, C et D présentent $\varepsilon = 0$ comme *singularité essentielle*, mais les *combinaisons linéaires* A, B et

$$\mathrm{C} - e^{-2\pi i r}[x_0^{1-r-s}(1 - r - s)^{-1} \mathrm{G}(r + s - 1,\ r + s,\ -\gamma x_0^{-1}) + \Gamma(r + s - 1)\gamma^{1-r-s}]\mathrm{D}$$

tendent vers des limites finies et bien déterminées : 1, 0 et

$$x_0^{1-r-s}(r+s-1)^{-1}G(r+s-1,\ r+s,\ -\gamma x_0^{-1}) - e^{-2\pi i(r+s)}\Gamma(r+s-1)\gamma^{1-r-s},$$

$G(\alpha, \alpha+1, u)$ désignant la fonction entière

$$\sum_{n=0}^{+\infty} \frac{\alpha}{\alpha+n}\,\frac{u^n}{n!}.$$

Pour $r+s-1=0$, on aurait un énoncé analogue.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la quadrature des surfaces courbes.* Note de M. **Zoárd de Geöcze**, présentée par M. Émile Picard.

Soient x, y, z et u, v, t deux systèmes d'axes de coordonnées rectangulaires. Soit P le rectangle du plan uv qui est limité par les lignes $u=0$, $u=\bar{u}=$ const. >0, $v=0$, $v=\bar{v}=$ const. >0. Le point uv variant dans P, soient φ, ψ, χ des fonctions bornées, uniformes et continues du point uv. Les équations $x, y, z=\varphi, \psi, \chi$ définissent une surface R. On trouve, à l'aide des sections $t=$ const., des surfaces $t=\varphi, \psi, \chi$ (qui sont situées dans l'espace u, v, t), une condition nécessaire pour que l'aire T de R soit finie (voir ma Note dans les *Comptes rendus* du 13 mars 1911). *Cette condition est aussi suffisante*, on démontre ce fait par la construction de Δ, qui est un élément de la suite des polyèdres qui définit T. On construit Δ à l'aide des sections $t=$ const. des surfaces $t=a\varphi+b\psi+c\chi$, a, b, c étant des constantes telles que $abc\neq 0$.

Mais pour certaines classes de R on peut obtenir des résultats par des artifices spéciaux. C'est ce que je vais indiquer.

Les équations $x, y, z=\varphi, \psi, \chi;\ u, (v)=$ const. définissent une ligne courbe. On sait que la longueur de cette ligne considérée comme fonction de $u, (v)$ est semi-continue. Nous supposons dans tout ce qui suit que les intégrales par défaut de ces fonctions prises entre les limites 0 et $\bar{u}$, respectivement entre 0 et $\bar{v}$, soient finies, et que la longueur du contour R soit finie.

Théorème I. — *Lorsqu'il existe une constance positive* G *de manière que, pour* $v_1\neq v$,

$$|\varphi(u,v_1)-\varphi(u,v)|+|\psi(u,v_1)-\psi(u,v)|+\chi(u,v_1)-\chi(u,v)|<G|v_1-v|,$$

T *est finie.*

Soient u_i ($i = 0, 1, \ldots, l$), v_j ($j = 0, 1, \ldots, m$) des valeurs en nombre limité et telles que

$$0 = u_0 < u_1 < \ldots < u_i < u_{i+1} < \ldots < u_l = \bar{u},$$
$$0 = v_0 < v_1 < \ldots < v_j < v_{j+1} < \ldots < v_m = \bar{v}.$$

Les lignes $u, v = u_i, v_j$, forment une division de P en divisant P en $l.m$ rectangles. Désignons par $\alpha_{i,j}$ le rectangle dont les sommets sont $u_i v_j$, $u_i v_{j+1}$, $u_{i+1} v_{j+1}$, $u_{i+1} v_j$, soient A, B, C, D les points qui correspondent à ces points sur R.

Soit H une figure faisant partie de P. Formons pour les $\alpha_{i,j}$ qui contiennent au moins un point de H la quantité

$$\int_{u_i}^{u_{i+1}} |\varphi(u, v_{j+1}) - \varphi(u, v_j)|\, du, \qquad \left(\int_{v_j}^{v_{j+1}} |\varphi(u_{i+1}, v) - \varphi(u_i, v)|\, dv\right).$$

La limite de la somme de ces quantités pour l, $m = \infty$, $x_{i+1} - x_i$, $y_{j+1} - y_j = 0$ existe, est finie et ne dépend que de φ et de H. Désignons-la par H^φ, $(\overline{H}^\varphi)$.

Théorème II. — *Considérons la surface de* I *encore telle que, pour un* H *dont la mesure extérieure dans le sens de M. Jordan est égale à zéro et d'ailleurs quelconque, on ait* $\overline{H}^\varphi = \overline{H}^\psi = \overline{H}^\chi = 0$. Soient I et II des divisions telles que les lignes de I soient aussi des lignes de II et que la bande qui est limitée par deux lignes quelconques (mais parallèles) de I contienne dans son intérieur au moins une ligne de II. Par le choix convenable de I et de II, Δ *sera formé par trois espèces de faces :* 1° par les triangles ABC, ADC formés pour certains des $\alpha_{i,j}$ ($\alpha_{i,j}$ utilisés) de I; 2° par les ABC, ADC formés pour les rectangles de II qui sont situés dans les rectangles non utilisés de I; 3° le contour de la figure, qui est formée par les rectangles utilisés de I, est formé par certains côtés de certains $\alpha_{i,j}$. Nous formons des faces relativement à chacun de ces côtés de la manière suivante : Soit par exemple le côté $u = u_i$ de $\alpha_{i,j}$ un tel côté (l'un des $\alpha_{i,j}$ est utilisé, l'autre ne l'est pas). Parcourons ce côté de $v = v_j$ vers $v = v_{j+1}$ et soient

$$v_j = v_{(0)} < v_{(1)} < \ldots < v_{(p)} < v_{(p+1)} < \ldots < v_{(k)} = v_{j+1}$$

les valeurs de v pour les points où l'on rencontre une ligne $v = \text{const.}$ de II. Soit E_p le point qui corresponde à $u_i v_{(p)}$ sur R. Les faces relatives au côté $u = u_i$ de $\alpha_{i,j}$ seront les triangles E_0, E_p, E_{p+1} ($p = 1, \ldots, k-1$).

Théorème III. — Pour u, $(v) = \text{const.}$, φ, ψ, χ sont des fonctions de v, (u), on peut donc former pour chacune de ces fonctions quatre nombres dérivés, qui en variant $u(v)$ seront des fonctions définies dans P. Soit K, (L) l'ensemble des points pour lesquels la limite supérieure ou inférieure de l'une au moins de ces douze fonctions est infinie. *Lorsque* K *et* L *sont séparés entre eux*, T *est finie. Lorsque de plus* K^φ, K^ψ, K^χ, $\overline{L}^\varphi$, $\overline{L}^\psi$, $\overline{L}^\chi$ *sont égaux à zéro*, Δ *sera formé par les* ABC, ADC *formés pour tous les rectangles d'une division convenablement choisie.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *La loi adiabatique dynamique dans le mouvement des membranes flexibles* (1). Note de M. **Louis Roy**, présentée par M. C. Jordan.

Considérons une membrane qui soit le siège d'une onde de choc persistante : si son coefficient de conductibilité interne K est $\neq 0$, la température absolue T reste nécessairement continue à la traversée de l'onde ($\delta' T = 0$); si au contraire $K = 0$, on peut avoir $\delta' T \neq 0$. Dans ces conditions, l'équation indéfinie de la température est remplacée, en chaque point de l'onde, par une relation, appelée *loi adiabatique dynamique* dans le cas des fluides, que nous allons établir dans le cas des membranes.

L'étude de la quantité de chaleur dégagée, pendant le temps dt, par un élément superficiel de la membrane balayé par l'onde montre qu'on a en chaque point de celle-ci

$$(1) \qquad \rho \mathrm{H} \mathrm{V}_0 \delta' \left(\frac{\mathfrak{V}^2}{2} + \mathfrak{E}\eta \right) + \Sigma \delta' (\mathrm{Q}_x \mathrm{U}) = 0,$$

$\mathfrak{V}$ désignant la vitesse d'un point de la membrane ($\mathfrak{V}^2 = \mathrm{U}^2 + \mathrm{V}^2 + \mathrm{W}^2$) et η l'énergie interne par unité de masse $\left(\mathfrak{E}\eta = \varphi - \mathrm{T}\frac{\partial \varphi}{\partial \mathrm{T}}\right)$. Or, on a évidemment

$$\delta' \mathfrak{V}^2 = \Sigma (\mathrm{U}_1 + \mathrm{U}_2) \delta' \mathrm{U}, \quad 2\delta'(\mathrm{Q}_x \mathrm{U}) = (\mathrm{Q}_{x_1} + \mathrm{Q}_{x_2}) \delta' \mathrm{U} + (\mathrm{U}_1 + \mathrm{U}_2) \delta' \mathrm{Q}_x,$$

de sorte que, si nous tenons compte des équations (2) (Note du 18 mars 1912), nous aurons

$$\rho \mathrm{H} \mathrm{V}_0 \delta' \frac{\mathfrak{V}^2}{2} + \Sigma \delta' (\mathrm{Q}_x \mathrm{U}) = - \frac{1}{2\rho \mathrm{H} \mathrm{V}_0} \Sigma \delta' \mathrm{Q}_x^2.$$

(1) Voir nos Notes des 4 décembre 1911, 15 janvier et 18 mars 1912.

L'équation (1) deviendra ainsi

$$(2) \qquad 2\rho^2 H^2 V_0^2 \mathfrak{E} \delta' \eta - \Sigma \delta' Q_x^2 = 0.$$

C'est la forme la plus générale de la loi adiabatique dynamique ; appliquons-la successivement aux différents cas de propagation que nous avons rencontrés.

Membrane dénuée de viscosité. — On trouve aisément dans ce cas

$$\Sigma \delta' Q_x^2 = k^2 \delta' \Theta^2;$$

l'équation (2) devient alors

$$(3) \qquad 2\rho^2 H^2 V_0^2 \mathfrak{E} \delta' \eta - k^2 \delta' \Theta^2 = 0.$$

Envisageons les deux catégories d'ondes que nous avons rencontrées ($\Sigma a'\lambda =$ ou $\neq 0$).

I. $\Sigma a'\lambda = 0$. — Si l'onde est de première espèce, on a $V_0^2 = -k^2 \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho^2 H^2} \frac{\delta' \Theta}{\delta' \rho}$, de sorte que, si cette vitesse n'est pas nulle, l'équation (3) devient

$$2\rho_1 \rho_2 \mathfrak{E} \delta' \eta + (\Theta_1 + \Theta_2) \delta' \rho = 0,$$

relation analogue à celle trouvée par Hugoniot dans le cas des fluides.

Si l'onde est de deuxième espèce, on a $V_0^2 = k^2 \frac{\rho_1 \rho_2}{\rho^2 H^2} \frac{\Theta_1 + \Theta_2}{\rho_1 + \rho_2}$ et l'équation (3) devient

$$(4) \qquad 2\rho_1 \rho_2 \mathfrak{E} \delta' \eta - (\rho_1 + \rho_2) \delta' \Theta = 0,$$

relation analogue à celle trouvée par M. Jouguet dans le cas des fils [1].

Si l'onde est de troisième espèce, on a

$$V_0^2 = k^2 \frac{\rho_1 \Theta_1}{\rho^2 H^2} = k^2 \frac{\rho_2 \Theta_2}{\rho^2 H^2} = k^2 \frac{\rho_1 \Theta_1 + \rho_2 \Theta_2}{2\rho^2 H^2},$$

de sorte que l'équation (3) devient

$$(\rho_1 \Theta_1 + \rho_2 \Theta_2) \mathfrak{E} \delta' \eta - \delta' \Theta^2 = 0,$$

ce qui est une troisième forme de la loi adiabatique dynamique.

II. $\Sigma a'\lambda \neq 0$. — Dans ce cas, nous savons que $V_0 = 0$; l'équation (3) nous donne alors $\delta' \Theta = 0$.

---

(1) E. JOUGUET, *Comptes rendus*, t. 153, 23 octobre 1911, p. 761.

Membrane affectée de viscosité. — Nous savons que $\delta'\rho = 0$ et, par suite, $\delta' H = 0$; les formules (5) (Note du 18 mars 1912) se réduisent donc à la formule unique $k\varphi = HV_0$. On trouve, d'autre part,

$$k^2 \Sigma \delta' Q_x^2 = H^2 \delta' \mathcal{A}^2,$$

de sorte que l'équation (2) s'écrit

$$(5) \qquad 2\rho^2 k^4 \varphi^2 \mathfrak{C} \delta' \eta - H^2 \delta' \mathcal{A}^2 = 0.$$

Si l'onde est de deuxième espèce ($\delta' \mathcal{A} \neq 0$), il est facile de voir que les expressions de φ_1 et de φ_2 que nous avons données antérieurement rentrent dans la formule unique $\varphi^2 = \frac{H}{k^2} \frac{\mathcal{A}_1 + \mathcal{A}_2}{2\rho}$; donc, si l'on a $\varphi \neq 0$, l'équation (5) devient

$$\rho k^2 \mathfrak{C} \delta' \eta - H \delta' \mathcal{A} = 0$$

et correspond, sous cette forme, à l'égalité (4).

Si l'onde est de troisième espèce ($\delta' \mathcal{A} = 0$), comme on a $\varphi \neq 0$, l'équation (5) se réduit à $\delta' \eta = 0$, et, comme on a déjà $\delta' \rho = 0$, il en résulte qu'on a aussi $\delta' T = 0$, tout comme si K était différent de zéro. Ainsi, dans la propagation d'une onde de choc de troisième espèce, ni la densité ni la température n'éprouvent de discontinuité. On a donc aussi $\delta' \Theta = 0$, de sorte que les vitesses de propagation données à la fin de notre Note du 18 mars 1912 rentrent dans la formule unique

$$\varphi = \pm \sqrt{\frac{\Theta}{\rho}}.$$

ÉLECTRICITÉ. — *Force électromotrice produite par l'écoulement des solutions salines dans les tubes capillaires.* Note de M. L. **Riéty**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai montré que l'écoulement dans un tube capillaire, sous une pression élevée, de solutions même très concentrées de sulfate de cuivre dans l'eau, produisait entre les extrémités du tube, une différence de potentiel : 1° proportionnelle à la différence de pression; 2° d'autant plus petite que la solution est plus concentrée.

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1375.

I. J'ai fait depuis des expériences avec des pressions pouvant atteindre 300^{atm} et j'ai mesuré la différence de potentiel produite par l'écoulement de solutions contenant jusqu'à 1 molécule-gramme de sulfate de cuivre par litre. Si l'on porte en abscisses les concentrations en molécules-grammes par litre, en ordonnées la différence de potentiel correspondante rapportée à 1^{atm}, on obtient une courbe de forme hyperbolique ayant pour asymptotes les deux axes de coordonnées. La même forme de courbe se retrouve pour les solutions de sulfate de zinc, d'azotate de cuivre. Le Tableau suivant donne, pour une différence de pression de 1^{atm} et pour diverses concentrations, les valeurs en volts de la force électromotrice de filtration correspondante à chaque sel :

	1 moléc.-gr.	$\frac{1}{2}$ moléc.-gr.	$\frac{1}{5}$ moléc.-gr.	$\frac{1}{10}$ moléc.-gr.	$\frac{1}{40}$ moléc.-gr.
Sulfate de cuivre.	$6,5.10^{-5}$	$9,9.10^{-5}$	$13\ .10^{-5}$	$17,5.10^{-5}$	$47\ .10^{-5}$
Sulfate de zinc...	$8\ .10^{-5}$	$15\ .10^{-5}$	$26\ .10^{-5}$	$37\ .10^{-5}$	$225\ .10^{-5}$
Azotate de cuivre.	$-2,6.10^{-5}$	$-4\ .10^{-5}$	$-7,3.10^{-5}$	$-80\ .10^{-5}$	

On voit que pour le sulfate de zinc, la force électromotrice est toujours plus grande que pour le sulfate de cuivre. Pour des solutions diluées, l'azotate de cuivre donne aussi une différence de potentiel plus grande que le sulfate; pour les solutions contenant plus de $\frac{2}{10}$ de molécule-gramme par litre, elle est au contraire plus faible. Les forces électromotrices mesurées ne dépendent que de la pression et de la concentration, mais non de la longueur et de la section du tube.

II. Lors de l'écoulement des solutions de sulfate de cuivre et de zinc, le potentiel à la sortie du tube est plus élevé qu'à l'entrée, indiquant un transport d'électricité positive dans le sens du courant liquide; mais il n'en est pas ainsi pour tous les sels. Les solutions d'azotates de cuivre et de zinc, de chlorure cuivrique produisent une différence de potentiel en sens inverse. Il est à remarquer que les solutions de tous les sels étudiés ont toujours une réaction acide au tournesol, à cause de l'hydrolyse de ces sels. En ajoutant à une solution de sulfate de cuivre de l'acide sulfurique, ou nitrique, aucun changement de sens du phénomène n'a été observé.

III. Dès ses premières expériences, M. Quincke avait signalé que la force électromotrice de filtration baissait lorsqu'on prolongeait l'expérience durant plusieurs jours. M. Grumbach (¹) a constaté que cette

(¹) A. Grumbach, *Thèse*, Faculté de Paris, 1911.

baisse se faisait régulièrement pour des solutions très étendues, contenant seulement $\frac{1}{1000}$ de molécule-gramme par litre. Pour les solutions beaucoup plus concentrées, sur lesquelles j'ai pu opérer, l'allure du phénomène est plus compliquée, mais la force électromotrice de filtration tend vers une valeur limite, en décroissant dans le cas des sulfates, pour lesquels l'électricité positive est entraînée dans le sens du courant liquide, et en croissant, au contraire, dans le cas des azotates pour lesquels c'est l'électricité négative qui est entraînée. Ce sont ces valeurs limites qui correspondent aux nombres du Tableau précédent. Par exemple, pour la solution contenant $\frac{1}{10}$ de molécule-gramme de sulfate de cuivre par litre, les valeurs de la force électromotrice par atmosphère, dans un intervalle de temps de 24 heures, sont successivement :

$$33.10^{-5},\quad 32,6.10^{-5},\quad 29,7.10^{-5},\quad 26.10^{-5},$$
$$23,25.10^{-5},\quad 18,5.10^{-5},\quad 17,5.10^{-5}\ \text{volt}.$$

Pour la solution à $\frac{1}{5}$ de molécule-gramme d'azotate de cuivre, la force électromotrice est égale successivement, dans un intervalle de 8 à 10 heures, à

$$-6.10^{-5},\quad -6,4.10^{-5},\quad -6,8.10^{-5},\quad -7,1.10^{-5},\quad -7,3.10^{-5}\ \text{volt}.$$

Ces valeurs successives de la force électromotrice de filtration dépendent de la manière dont a été lavé le tube et du liquide qu'on y a fait passer avant les expériences. J'ai observé en particulier qu'on arrive assez vite, en une douzaine d'heures, à une valeur très voisine de la valeur limite, lorsque le tube a été lavé avec une solution plus concentrée que la solution en expérience. Cette valeur limite est atteinte au contraire au bout de plusieurs jours, si le lavage a été fait avec une solution plus étendue. Dans tous les cas, il est nécessaire de laisser se produire constamment dans le tube, même lorsqu'on ne fait pas de mesures, un écoulement du liquide, mais la grandeur de la différence de pression sous laquelle s'écoule le liquide entre deux expériences n'a pas d'influence notable.

PHYSIQUE. — *Sur un procédé de soudure du platine au quartz.* Note de M. G. **Berlemont**, présentée par M. d'Arsonval.

La soudure d'un corps conducteur de courant au quartz offre un très grand intérêt tant au point de vue scientifique qu'industriel, et la solution de ce problème fait depuis plusieurs années l'objet de recherches suivies en France, en Allemagne et en Angleterre.

Les applications de ce procédé sont en effet nombreuses pour la production de l'arc à vapeur de mercure dans le quartz utilisé pour les mesures spectroscopiques, la lumière ultraviolette ou pour la stérilisation, l'emploi médical, la construction des tubes à gaz raréfié en quartz, l'étude des gaz lumineux à haute intensité.

Il m'a donc paru intéressant de chercher un procédé permettant la soudure du platine au quartz; or, la difficulté de ce travail consistait en ce fait, que le quartz ne fond que vers 1800° et a un coefficient de dilatation très faible, tandis que tous les métaux ont un coefficient de dilatation très supérieur tout en fondant à une température inférieure au quartz.

Après de nombreux essais de soudure directe d'abord, ensuite de soudure par intermédiaire (verres différents, émaux composés, oxydes, dépôts électrolytiques, etc.), mes essais se sont de nouveau reportés sur la soudure directe, par un alliage de platine et d'iridium fondu sous deux états différents dans le quartz, et, par un tour de main de pratique, j'ai pu enfin obtenir des soudures étanches, résistant aux changements de températures très élevées, permettant ainsi de construire en quartz tous les tubes nécessitant des électrodes soudées.

Les différents modèles construits après de nombreux essais résistent à des courants pouvant varier entre 1 et 15 ampères et fonctionnent d'une façon très régulière.

PHYSIQUE PARTICULAIRE. — *L'écartement des particules dans le mouvement brownien. Phénomène des bords.* Note (1) de M. **Samuel Lifchitz**, présentée par M. Dastre.

Dans chacune de nos dernières recherches (2), nous observions l'écartement de particules de fumée en introduisant cette dernière dans le condensateur ultramicroscopique de Leitz (3).

L'ouverture de ce condensateur était toujours couverte par une plaque de verre percée d'un trou carré au milieu. Le foyer du condensateur est au centre, $1^{mm},5$ au-dessous de la surface de son ouverture.

C'est à ce point central que l'écartement était observé.

(1) Présentée dans la séance du 22 avril 1912.
(2) *Comptes rendus*, mars et avril 1912.
(3) Condensateur ultramicroscopique pour les gaz, ancien modèle 1909.

Mais un condensateur couvert est en même temps un résonnateur de très petites dimensions et il fallait s'attendre à obtenir quelque phénomène acoustique.

Dans ce but, nous avons étudié les mouvements des particules, non seulement au point central, mais aussi sur les bords et dans toutes autres directions. Ainsi, nous avons trouvé un phénomène que nous appellerons *phénomène des bords*.

Au moment où l'étincelle éclate, on voit les particules sur la surface de l'ouverture du condensateur se mouvoir perpendiculairement aux extrémités des bords. Elles se meuvent, en général, dans un seul sens : de l'intérieur à l'extérieur, avec une vitesse moyenne.

Les traces de toutes les particules, dans le cas où le bord est une droite, sont parallèles. Ce phénomène est assez lent, puisque l'œil aperçoit nettement le mouvement d'une particule, tandis qu'il ne peut suivre l'écartement, qui est toujours un phénomène brusque.

En augmentant la longueur de l'étincelle, on prolonge en même temps les trajectoires parcourues par les particules.

Ainsi dans le cas où le trou est petit (de 1^{mm} à 2^{mm}) les particules peuvent être projetées jusqu'au centre du trou.

Enfin, on remarque que les particules du foyer se meuvent aussi perpendiculairement à la surface d'ouverture toujours à l'extérieur.

Le phénomène se comporte comme s'il y avait dilatation de l'air au milieu du trou.

Tous les sons autour de l'ultramicroscope : le bruit de l'interrupteur de Wenelt, le son du diapason, le chant, le sifflet produisent le même effet.

Mais le choc explosif provoque en même temps l'écartement de particules.

Dans nos études du phénomène des bords, nous faisions usage d'une étincelle de la décharge d'un condensateur et nous distinguions trois moments :

1° Le commencement du phénomène des bords où nous notons la longueur de l'étincelle qui commence à projeter les particules des bords.

2° Le commencement de l'écartement des particules, où nous notons, en augmentant la longueur de l'étincelle, le moment de l'apparition de l'écartement au foyer du condensateur.

3° Le commencement du mouvement d'ensemble. Nous l'observons toujours au foyer de condensateur. C'est le moment où le phénomène des bords en croissant emmène les couches d'air plus profondes et atteint le foyer.

Voici les résultats expérimentaux :

La décharge du condensateur $C = 2,22.10^{-8}$ farad et self-induction $L = 90$ (C.G.S.) donnait le nombre des oscillations acoustiques $N_a = 6.860.000$.

La distance entre l'étincelle et l'ultramicroscope était toujours égale à $51^{cm},5$.

Longueur de chaque côté du trou carré.	Longueur de l'étincelle pour obtenir le commencement : 1. Du phénomène des bords.	2. De l'écartement.	3. Du mouvement d'ensemble.	
mm	mm	mm	mm	
1	0,4	1,5	1,5	Le mouvement du foyer, au centre, du trou.
2	0,9	2,25	2,5	
3	2,25	5	6	
4	3,5	7	11	Le mouvement dirigé vers l'étincelle
6	4	9	22	

On voit ainsi que le phénomène des bords devient de plus en plus sensible à mesure que le trou devient plus petit. Et, d'autre part, pour observer l'écartement, il faut toujours profiter des trous les plus grands pour que le phénomène des bords ne se mêle pas.

Les expériences ont été faites pour examiner l'influence sur le phénomène des bords : 1° des nombres d'oscillations sonores; 2° de la longueur de l'étincelle; 3° de la valeur de capacité.

Résultats. — 1° Le phénomène est d'autant plus grand que le nombre des oscillations est plus grand;

2° Il croît avec la longueur de l'étincelle et d'autant plus vite que l'étincelle devient plus grande;

3° Il croît évidemment avec capacité.

On voit ainsi qu'il s'agit toujours du premier choc explosif. C'est-à-dire que les ondes sonores provoquées par l'étincelle restent dans nos conditions toujours plus faibles que le choc explosif et ajoutent seulement leur effet.

Conclusion. — Dans l'ouverture d'un résonateur se produit le mouvement d'air dirigé vers le milieu de l'ouverture.

En employant un trou très petit on peut profiter de ce phénomène pour construire un indicateur ultramicroscopique pour les ondes sonores très courtes.

L'écartement des particules produit par des chocs très rapides peut être séparé du phénomène des bords en employant les trous assez grands.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les rayons cathodiques à faible vitesse produits par les lampes à incandescence.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. E. Bouty.

J'ai montré, dans deux Communications antérieures [1], qu'on pouvait observer des effets de rayonnement cathodique visibles à l'aide du dispositif suivant : l'*ampoule* d'une lampe à incandescence à filament de charbon communique avec un *récipient* en cristal, de $0^l,5$ à 1^l de capacité, par un tube, également en cristal, qui contient intérieurement un cylindre métallique creux, maintenu à un potentiel positif par rapport au potentiel moyen du filament. Dans ces conditions, et en faisant dans l'appareil un vide qui n'y laisse subsister que la vapeur de mercure, il se produit dans le récipient une *lueur* diffuse, sur laquelle tranche, par son éclat plus vif, un *pinceau* bien délimité qui pénètre dans le récipient suivant l'axe du cylindre creux; ce pinceau, très déviable à l'aimant, définit la trajectoire d'électrons émanés du filament de carbone et dirigés par le champ électrique.

I. Il m'a paru nécessaire de vérifier, plus rigoureusement que je ne l'avais fait jusqu'ici, que ce pinceau obéit aux lois de l'électromagnétisme. A cet effet, pour mieux définir le potentiel moyen du filament incandescent, j'ai d'abord remplacé les lampes de 50 volts par des lampes de 20 volts, consommant 100 watts, construites spécialement; j'ai de plus ovalisé l'extrémité du cylindre métallique, à son entrée dans le récipient; dans ces conditions, et en réglant convenablement les différences de potentiel, on parvient à un état, d'ailleurs un peu instable, où la lueur a presque entièrement disparu du récipient et où le pinceau se dessine seul, avec un diamètre voisin de 3^{mm} et une longueur de 15^{cm} à 18^{cm}.

L'appareil est placé dans un champ magnétique uniforme, perpendiculaire au pinceau lumineux, obtenu à l'aide de deux bobines de 1^m de diamètre, dont les plans parallèles sont distants de $0^m,50$; chacune de ces bobines contient 20 spires et le champ $\mathcal{H}$, obtenu au centre, est donné en fonction du courant magnétisant par la relation $\mathcal{H} = 0,3596 \times I$ ampères; on reconnaît, avec un magnétomètre, qu'il ne varie pas de plus de $\frac{1}{40}$ de sa valeur dans l'espace traversé par le pinceau cathodique. Enfin, l'axe commun des deux bobines est horizontal et parallèle à la direction de la com-

(1) *Comptes rendus*, 8 mai 1911, p. 1240, et 26 juin 1911, p. 1846.

posante horizontale X du magnétisme terrestre, dont la grandeur, mesurée sur place, est $X = 0,22$ [1].

L'appareil étant ainsi établi, on règle le voltage L aux bornes du filament (on verra tout à l'heure l'importance de ce réglage) et la différence U entre le potentiel du cylindre métallique et le potentiel moyen du filament, de façon à obtenir un pinceau bien défini dans un récipient obscur, et l'on photographie le pinceau pour différentes valeurs de $\mathcal{H}$; ces photographies sont ensuite ramenées, par agrandissement, aux vraies dimensions et l'on détermine graphiquement le rayon de courbure R correspondant.

Voici les résultats obtenus, avec $L = 20,6$ volts; $U = 109,7$ volts :

I ampères	2,75	5,5	6,7
$\mathcal{H} = 0,3596 \times I$	0,99	1,98	2,41
$\mathcal{H} - X$	0,77	1,76	2,19
R cm	38,5	17,2	13,3
$R(\mathcal{H} - X)$	29,6	30,2	29,1
Moyenne de $R(\mathcal{H} - X)$		29,6	

La constance du produit $R(\mathcal{H} - X)$ est donc vérifiée à 4 pour 100 près, c'est-à-dire dans les limites de précision qu'on peut espérer; il est donc établi que le pinceau étudié obéit aux lois de l'électromagnétisme; c'est un pinceau cathodique.

En prenant pour $\frac{e}{m}$ la valeur classique $1,86 \times 10^7$ et en partant de la valeur moyenne trouvée pour $R(\mathcal{H} - X)$, on peut alors calculer la vitesse des électrons qui forment ce pinceau; on trouve ainsi

$$U_1 = R(\mathcal{H} - X) \times \frac{e}{m} = 55,056 \times 10^7 = 5505 \text{ km : s.}$$

Si l'on cherche à évaluer cette vitesse d'après la chute de potentiel U, on obtient

$$U_2 = \sqrt{2U \times \frac{e}{m}} = 63,40 \times 10^7 = 6340 \text{ km : s.}$$

L'écart entre U_1 et U_2 est sensible, mais beaucoup moins que dans mes déterminations antérieures ($U_1 = 2600$ km : s; $U_2 = 8100$ km : s).

D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que *la valeur* U_1 *est exacte* et que

[1] X est obtenu très simplement en plaçant un magnétomètre au centre du système magnétisant et en mesurant l'intensité I pour laquelle l'aiguille aimantée se retourne bout pour bout et oscille avec la même période que sous l'action du magnétisme terrestre; si $\mathcal{H}$ est alors le champ produit par les bobines, on a $\mathcal{H} = 2X$.

U_2 ne représente certainement pas la vitesse, à l'intérieur du récipient, des projectiles cathodiques; j'indiquerai pourquoi tout à l'heure.

II. J'ai insisté sur la nécessité de maintenir rigoureusement fixe le voltage L aux bornes du filament incandescent; on constate, en effet, qu'une augmentation très légère de L a pour effet d'accroître considérablement la courbure du pinceau cathodique dans un champ magnétique fixe. Voici, par exemple, les résultats obtenus en faisant $U = 41,5$ volts et $\mathcal{H} - X = 1,22$ gauss :

Pour $L = 20,2$ volts $R = 15^{cm},5$
$L = 21,8$ volts $R = 9^{cm},6$

Il s'agit donc d'un effet considérable. On ne peut pas l'expliquer en admettant que les électrons émis par le charbon possèdent une vitesse initiale, décroissante quand la température s'élève, qui s'ajouterait à la vitesse U_2 créée par le champ électrique; dans ce cas, en effet, la vitesse réelle U_1, mesurée par la courbure, serait supérieure à U_2; or, c'est justement le contraire qui a lieu.

On est donc conduit à admettre l'existence d'un champ électrique antagoniste qui ralentit la vitesse des électrons; ce champ, dont j'avais constaté l'existence dans l'espace occupé par la lueur, a été banni du récipient en même temps que cette lueur, comme le prouve la courbure parfaitement circulaire du pinceau dans mes nouvelles expériences; mais il doit subsister, comme la lueur elle-même, entre le filament de charbon et le cylindre métallique; et comme il est dû aux électrons, il est naturel qu'il augmente avec leur nombre, c'est-à-dire avec la température du filament.

III. Je signalerai, en terminant, que j'ai pu observer très nettement la fluorescence du cristal qui forme les parois du récipient, dans les régions où ce cristal est en contact avec la lueur diffuse; au contraire, le pinceau cathodique lui-même est hors d'état de produire la fluorescence, bien que la vitesse des électrons qui le forment soit probablement plus grande que celle des électrons incoordonnés de la lueur.

OPTIQUE. — *Sur la largeur des raies spectrales et la production d'interférences à grande différence de marche.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. Villard.

Les lignes d'émission d'un gaz occupent toujours, dans le spectre, une largeur finie; chacune d'elles doit être considérée comme un petit morceau de spectre continu, qui ne peut être complètement défini que par sa courbe de répartition de l'énergie en fonction de la longueur d'onde.

Cette largeur finie des raies a été rattachée par Lord Rayleigh à la théorie cinétique des gaz : chacune des particules lumineuses serait le siège d'un phénomène périodique très régulier et extrêmement peu amorti, qui produirait, si toutes étaient immobiles, une raie presque rigoureusement monochromatique; mais, conformément à la théorie cinétique, ces particules sont en mouvement avec des vitesses irrégulièrement dirigées dans tous les sens. D'après le principe de Döppler-Fizeau, la longueur d'onde émise par chacune des particules est modifiée. Il en résulte, pour la radiation provenant de l'ensemble, une raie de largeur finie, largeur que la théorie permet de calculer.

On voit immédiatement que la raie doit être d'autant plus large que le mouvement d'agitation est plus rapide, c'est-à-dire la température plus élevée et la particule lumineuse plus légère. Le calcul complet, qui a été fait par Schönrock, conduit au résultat suivant : la largeur de la raie est donnée par la formule

$$\Delta = 0,82 \times 10^{-6} \times \lambda \sqrt{\frac{T}{m}},$$

dans laquelle λ est la longueur d'onde de la raie et Δ sa largeur, ces deux quantités étant exprimées avec la même unité, d'ailleurs quelconque; T la température absolue, m la masse des particules lumineuses rapportée au système ordinaire des masses atomiques.

Dans la plupart des cas, la largeur ainsi calculée est beaucoup trop faible pour se manifester avec les spectroscopes à prismes ou à réseaux. Par interférences, ces largeurs de raies peuvent être mesurées en cherchant la limite jusqu'à laquelle les interférences sont observables : si N est le numéro d'ordre correspondant à la limite de visibilité des franges, on a $\Delta = \frac{\lambda}{N}$.

La limite prévue par la théorie cinétique est par suite

$$N = 1,22 \times 10^6 \sqrt{\frac{m}{T}}. \quad (1)$$

Ces résultats ne sont valables qu'aux faibles pressions, où les chocs reçus par les particules sont relativement peu fréquents. Si le libre parcours moyen des particules n'est pas notablement plus grand que la longueur d'onde, les chocs produisent un élargissement Δ_1 qui est lié à l'élargissement Δ dû aux vitesses par la relation $\frac{\Delta_1}{\Delta} = 0,6\frac{\lambda}{L}$, en désignant par L le libre parcours moyen. Dans le cas des tubes de Geissler, où la pression est de l'ordre du millimètre, le libre parcours L est voisin de 100^{μ}, et le rapport $\frac{\lambda}{L}$ est très petit; l'effet des chocs est par suite négligeable.

La formule (1) a reçu une vérification intéressante par les expériences de Michelson sur les largeurs de raies émises par les vapeurs métalliques à faible pression et à des températures peu élevées. Elle conduit à des résultats conformes à l'expérience en prenant pour m la masse atomique du métal et pour T la température de l'étuve où se trouve le tube. Par exemple, dans le cas du mercure, en faisant $m = 200$ et $T = 400°$, la formule donne $N = 860000$; l'expérience ([1]) donne 770000.

Nous avons étudié les gaz rares de l'atmosphère, dans le double but de vérifier la théorie et de perfectionner les sources de lumière monochromatique. Ces gaz donnent des spectres intenses, pas trop compliqués, et ils restent gazeux, même à des températures basses.

Pour mesurer la largeur des diverses raies, nous produisons avec chacune d'elles des interférences entre deux surfaces argentées, planes et parallèles, dont la distance peut s'élever jusqu'à plusieurs décimètres.

L'ordre d'interférence s'obtient en divisant par la longueur d'onde le double de la distance des surfaces. On fait croître cette distance jusqu'à ce que les franges cessent d'être visibles, ce qui donne l'ordre d'interférence limite N.

Nous avons employé des tubes à hélium, néon et krypton, rendus lumi-

---

([1]) Une interprétation inexacte de leurs expériences avait conduit Lummer et Gehrcke, en 1903, à attribuer une finesse beaucoup plus grande aux raies du mercure. Ce résultat, erroné comme ces auteurs l'ont implicitement reconnu, était dû aux imperfections de l'appareil interférentiel employé, dont la construction parfaite était très difficile.

neux par un courant alternatif. Dans une première série d'expériences, les tubes étaient placés dans un bain d'eau à la température du laboratoire. On a trouvé les numéros d'ordre limites suivants : hélium 144000 (raie 5876); néon 324000 (raie 5852); krypton 600000 (raie 5570). La formule donne, pour ces mêmes limites, les valeurs 144000, 321000 et 597000. La concordance est parfaite.

D'autre part, la théorie indique que les raies doivent devenir plus fines à mesure que la température s'abaisse. C'est ce que nous avons vérifié dans une seconde série d'expériences où les tubes étaient plongés dans un bain d'air liquide. L'effet de ce refroidissement sur la largeur des raies est tout à fait remarquable : lorsque, le tube étant à la température ordinaire, on est arrivé à la limite d'interférence, on fait reparaître brillamment les franges en refroidissant le tube dans l'air liquide. Les nouvelles limites d'interférence sont alors, pour les trois gaz : 241000, 515000 et 950000.

D'après la théorie, les limites d'interférence, dans le cas d'un même gaz à deux températures différentes, doivent être entre elles comme la racine carrée du rapport inverse des températures absolues. Pour nos deux séries d'expériences, où les températures absolues sont environ 300° et 100°, le rapport devrait être 1,73. Les rapports trouvés expérimentalement sont, pour les trois gaz : 1,66, 1,60 et 1,58. Un léger excès de la température du gaz sur celle du bain expliquerait la petite différence entre le nombre théorique et le résultat des mesures.

L'ensemble de ces résultats constitue une confirmation des principes de la théorie cinétique des gaz. La vérification porte sur les valeurs de la vitesse d'agitation, qui se manifeste d'une façon directe, en quelque sorte purement cinématique, tandis que dans beaucoup d'autres cas la vitesse d'agitation intervient sous forme dynamique (force vive ou quantité de mouvement). On est amené à admettre que la masse des particules lumineuses est du même ordre de grandeur que celle des atomes, et que la température du gaz lumineux est très peu différente de celle du milieu ambiant. La luminosité du gaz ne peut donc pas être attribuée à une température élevée.

L'ordre d'interférence 950000 que permet d'obtenir la raie 5570 du krypton à basse température correspond à une différence de marche de 53^{cm}. C'est la plus grande différence de marche observée jusqu'ici dans les phénomènes d'interférence des ondes lumineuses. La largeur de la raie est seulement de 0,006 angström. On sait de quel intérêt est la production de raies très fines pour les applications métrologiques et l'étude d'un certain

nombre de phénomènes optiques. On peut espérer que les tubes à gaz rares fourniront des sources commodes de radiations remarquablement monochromatiques.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les erreurs systématiques des opérations chimiques faites pour la détermination des poids atomiques.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par M. Georges Lemoine.

Quand on construit graphiquement les excès analytiques [1] comme ordonnées (à grande échelle) sur les poids (weights) pris comme abscisses (à petite échelle), on reconnaît de suite la présence des erreurs systématiques, comme je l'ai montré maintes fois ici même depuis 1892.

Pour faire mieux sentir le peu de valeur qu'on doit attacher aux expériences faites sur l'azotate d'argent (Note du 22 janvier 1912, *Comptes rendus*, t. 154, p. 213), je présenterai ici les résultats décisifs des déterminations les plus exactes faites sur les poids atomiques de l'argent et de l'azote.

I. Pour l'argent, les dix déterminations finales de Richards et Wells (*Carnegie Publication*, n° 28, 1905, p. 65) sont représentées sur la figure ci-après, désignées chacune par son nombre de 1 à 10. Les moyennes de Wells sont marquées en *a* (1, 3, 9, 10) et en *b* (2, 4, 5, 7); leur moyenne generale est marquée en G. Les deux déterminations (6, 8), faites par Richards lui-même, donnent *c*. Donc toutes les déterminations finales sont représentées par la droite ABT passant par G et *c*. En prenant le poids de $14^g,4$, on devra donc trouver $e = 0$ exactement, en maintenant exactement les mêmes procédés opératoires pour cette réaction n° 6.

Les valeurs *e* étant ainsi démontrées être fonction des poids pris, on ne peut accepter aucun des points comme 1, 2 à 10, ou bien G ou *c*, parce que *tous les points de la droite* AG*e*BT *sont également l'expression des expé-*

---

(1) L'expérience donne le rapport ρ de deux poids déterminés par le travail de laboratoire, par exemple ceux du chlorure d'argent et de l'argent. Ce rapport serait R avec les formules chimiques en prenant les poids atomiques absolus (c'est-à-dire en nombres ronds, tels que 108 et 35,5 pour Ag et Cl).

L'excès analytique *e* est la différence ($\rho - R$).

ε est l'écart entre le poids atomique trouvé par expérience et sa valeur absolue (c'est-à-dire en nombres ronds).

riences faites; mais c'est leur limite commune $e = 0$ qui est la vraie solution. Cette valeur donnera pour tous les écarts la valeur $\varepsilon = 0$, c'est-à-dire Ag 108 et Cl 35,5 exactement.

De même, les expériences préliminaires (*loc. cit.*, p. 61) donnent la

droite CMDT. Finalement ces deux droites ont pour résultante une droite passant par le même point T et entre AT et BT; la position précise dépend de la valeur relative des deux séries. Nous avons tiré la droite EFT par le milieu en prenant les treize expériences préliminaires égales aux dix finales; probablement on devrait la tirer plus près de la droite ABT, mais cela ne changerait point la conclusion.

II. La deuxième figure représente les meilleures déterminations du poids atomique de l'azote et de l'oxygène faites par M. Wourtzel sous la direction de M. Guye à Genève (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 116).

Les écarts, directement tirés des pesées (car les auteurs ne donnent pas le rapport analytique fondamental) montrent que les deux premières déterminations doivent être considérées comme préliminaires, donnant la moyenne (1,2) coïncidant avec 3. Ce point triple (1, 2, 3) et le point déterminé par le plus grand poids (5) donnent la droite AC passant par l'origine; le n° 4 ne s'écarte que très peu de cette droite.

Donc les excès analytiques *e* sont directement proportionnels aux poids pris, ce qui donne les écarts zéro, c'est-à-dire $N = 14$ et $O = 16$ exactement.

Voilà, comme on dit en mathématiques, jugée par la réduction *ad absurdum* la méthode de l'école dominante, consistant à accepter une de ces moyennes comme poids atomique. Chimiquement, cette école a imposé ses propres erreurs systématiques pendant tout le dernier demi-siècle aux chimistes du monde entier pour la réduction des travaux de laboratoire.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation du fer et du titane.* Note [1] de M. F. Bourion, présentée par M. A. Haller.

La séparation quantitative du fer et du titane offre un grand intérêt; car, en dehors de certaines opérations de la voie humide, on la rencontre dans l'analyse de minéraux, tels que l'*ilménite*, le *rutile*, etc.

Les méthodes de la voie humide sont longues et peu satisfaisantes.

Friedel et Guérin [2] ont indiqué une méthode par voie sèche, donnant des résultats exacts; en faisant agir un mélange de chlore et de gaz chlorhydrique sur le mélange des deux oxydes titanique et de fer, chauffés à haute

(1) Présentée dans la séance du 29 avril 1912.
(2) Friedel et Guérin, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. VIII, 1876, p. 45-50.

température, l'oxyde de fer se sépare à l'état de perchlorure $FeCl^3$ volatil de l'acide titanique inaltéré. Mais cette méthode exige le réglage de deux appareils, et une température élevée.

J'ai pensé qu'on pourrait utiliser avec avantage les propriétés chlorurantes du chlorure de soufre pour résoudre ce problème analytique.

A la vérité, bien que l'acide titanique résiste plus que l'oxyde ferrique à l'action du mélange de chlore et de bichlorure de soufre, la vitesse et la température d'attaque des deux oxydes sont si voisines que je n'ai pas réussi à les séparer par ce réactif.

Je n'ai pas réussi non plus cette séparation par l'emploi d'un courant d'oxygène, entraînant des vapeurs de chlorure de soufre : s'il y a beaucoup d'oxygène dans le mélange, l'oxyde ferrique s'attaque très incomplètement; s'il y a peu d'oxygène, le titane est entraîné en même temps que le fer.

J'ai également essayé, sans succès, d'utiliser dans le même but le chlorure de sulfuryle SO^2Cl^2 ou son mélange avec le chlore; l'oxyde ferrique et l'acide titanique ne sont que faiblement attaqués par ce réactif; on voit par là qu'on ne peut fonder sur l'emploi du chlorure de sulfuryle une méthode de transformation des oxydes en chlorures, puisque l'oxyde ferrique est un des composés oxygénés les plus faciles à chlorurer.

J'ai alors obtenu de bons résultats en utilisant le mélange de gaz chlorhydrique et de protochlorure de soufre S^2Cl^2; car si la quantité de chlorure de soufre entraînée est suffisamment faible, l'oxyde de fer est transformé en chlorure volatil et l'acide titanique n'est pas attaqué. Aussi importe-t-il d'opérer dans des conditions précises :

1° A 200°, température à laquelle commence l'attaque de l'oxyde ferrique et jusqu'à 400°, le courant de gaz chlorhydrique ne doit pas dépasser 75 bulles par minute, et à la température de 700°-750°, à laquelle on achève l'opération, cette vitesse ne doit plus être que de 40 bulles.

2° A cause des grandes variations de tension de vapeur du chlorure de soufre avec la température, ce liquide doit être à une température bien déterminée; je l'ai porté à 0°; la dimension du récipient qui le contient, rapportées à la quantité de réactif utilisé, doit être également fixée.

Le gaz chlorhydrique desséché arrive dans un ballon d'une contenance de 160^{cm^3} à 170^{cm^3} entouré de glace et dans le fond duquel on a placé 2^{cm^3} environ de protochlorure de soufre; l'extrémité du tube qui amène le gaz chlorhydrique dans le ballon est à une distance de 4^{mm} à 10^{mm} de la surface du liquide; ce ballon est en relation avec un tube de verre d'Iéna chauffé sur une grille à analyse et contenant le mélange des deux oxydes, placé dans une nacelle de porcelaine; à la suite on a disposé un tube de Will et Warentrapp contenant de l'eau; de là un double avantage sur la méthode

de Friedel et Guérin : simplification d'appareil et abaissement de la température d'attaque.

J'ai pu faire ainsi la séparation pour des mélanges en toutes proportions des deux oxydes (teneur en TiO^2, comprise entre 1,5 et 80 pour 100 environ) dans des mélanges obtenus en les précipitant ensemble par l'ammoniaque dans le mélange de solutions de titres connus de sulfates titanique et ferrique.

Le mélange des oxydes, calciné au bunsen, est pulvérisé pour être expérimenté. La prise doit subir la correction qui correspond à la dissolution dans la poudre de l'air et de la vapeur d'eau, en déterminant sa perte au feu (voisine de 1 pour 100). La masse analysée est comprise entre 3^{dg} et 4^{dg}, sauf pour les mélanges à haute teneur en fer dont on prend environ 5^{dg}.

La durée d'une opération est variable : rapide, pour les mélanges riches en acide titanique (2 heures 30 minutes à 3 heures), elle est plus lente pour les mélanges riches en fer; elle dépasse rarement 4 heures.

Au refroidissement, quand le tube est presque froid, on chasse le gaz chlorhydrique par un courant d'air sec et l'on détermine le poids d'acide titanique en pesant la nacelle; sa tare doit être reprise, car elle a pu être faiblement attaquée.

On dose le fer en le précipitant par l'ammoniaque dans les eaux du laveur absorbant auxquelles on a ajouté l'eau de lavage du tube, après avoir préalablement oxydé par l'acide nitrique; car à température élevée, il se forme parfois du chlorure ferreux par suite de l'action réductrice du chlorure de soufre; il arrive même que le chlorure ferreux se transforme en oxyde salin Fe^3O^4 sous l'action de la vapeur d'eau formée; on le dissout dans l'acide chlorhydrique chaud, additionné de quelques cristaux d'iodure de potassium.

Le résidu d'acide titanique est blanc, ou coloré superficiellement en jaune ou en jaune rouge; j'ai constaté qu'il ne contenait pas de fer, en le reprenant par l'acide chlorhydrique chaud, et que le distillat ne renfermait pas de titane par la réaction si sensible de l'eau oxygénée.

J'ai pu de même faire l'analyse d'un fer titané en 2 heures 30 minutes en opérant sur $0^g,39$. J'ai obtenu :

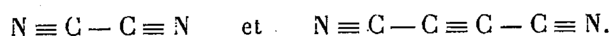
TiO^2 pour 100	51,70
FeO pour 100	48,30
	100,00

J'ai constaté d'ailleurs que le gaz chlorhydrique sec attaque l'oxyde de fer dans le mélange des deux oxydes, dans des conditions de température voisines de celles observées avec le mélange précédent; mais l'attaque est beaucoup plus lente. En particulier, en opérant avec le mélange 4, après 6 heures 35 minutes, le résidu était de 4,35 pour 100 au lieu de 3,25 parce qu'il restait du fer, alors qu'il n'a fallu que 3 heures 20 minutes avec le mélange de gaz chlorhydrique et de chlorure de soufre, avec une masse plus grande d'oxydes.

Je me propose d'appliquer cette méthode à la séparation de l'oxyde ferrique avec l'alumine et l'oxyde chromique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un perazoture de carbone.* Note de M. G. **Darzens**, présentée par M. Haller.

Toutes les combinaisons binaires de carbone et d'azote actuellement connues contiennent, dans leur molécule, plusieurs atomes de carbone qui échangent partiellement leurs valences. C'est ainsi que le cyanogène et que le sous-azoture de carbone, découverts tout dernièrement par MM. Moureu et Bongrand (¹) doivent être représentés par les formules de constitution

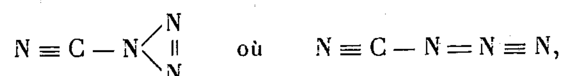


$$N \equiv C - C \equiv N \quad \text{et} \quad N \equiv C - C \equiv C - C \equiv N.$$

Ce sont donc, en réalité, de véritables dérivés organiques caractérisés par des chaînes de carbone.

Je me suis proposé de rechercher s'il était possible de préparer un véritable azoture de carbone, c'est-à-dire un composé ne contenant que du carbone et de l'azote, et où le carbone ne serait uniquement uni à de l'azote par toutes ses valences.

J'ai été ainsi amené à tenter la préparation de l'azothydrate de cyanogène dont la formule de constitution doit répondre à l'un des schémas



suivant qu'on adopte pour l'acide azothydrique la formule cyclique de Curtius ou la formule à chaîne longue proposée dernièrement (²) et qui, dans les deux cas, est un véritable azoture de carbone, *le perazoture de carbone* CN^4.

J'ai pu réaliser cette préparation; elle est simple et le perazoture ainsi obtenu présente, comme on va le voir, un ensemble de propriétés remarquables.

Dans une solution bien refroidie de $3^g,25$ ($\frac{1}{20}$ de molécule) d'azothydrate de sodium et de 15^g d'eau on ajoute lentement et en plusieurs fois $5^g,3$ de bromure de cyanogène pur et fraîchement préparé. Le bromure ne tarde pas à se dissoudre en dégageant

(¹) Moureu et Bongrand, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 224.

(²) Angelo Angeli, *R. A. L.*, t. XX, p. 626, et J. Thiele, *B.*, t. XLIV, p. 2522.

une faible quantité de chaleur et en réagissant suivant l'équation



$$N^3Na + BrCN = NaBr + N^3 - C \equiv N.$$

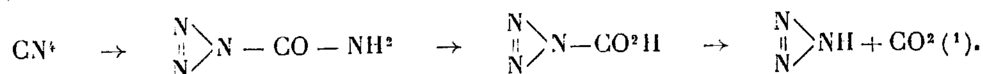
Au bout de quelques heures, le mélange est devenu homogène; on l'épuise soigneusement à l'éther et les solutions éthérées, après avoir été séchées sur SO^4Na^2, sont évaporées dans un courant d'air sec à la température ordinaire. Le perazoture reste dans la capsule sous la forme d'un liquide incolore qui ne tarde pas à cristalliser, surtout si l'on favorise le départ des dernières traces d'éther par un séjour dans le vide au-dessus de SO^4H^2.

Ainsi préparé, le perazoture de carbone est un corps cristallisé en aiguilles incolores, sans odeur, fondant à 35°,5-36°. Soluble dans l'eau, il se dissout en toute proportion dans l'alcool, l'éther, la benzine et la plupart des solvants organiques; il est moins soluble dans la ligroïne légère qui peut le précipiter de sa solution benzénique.

Maintenu à quelques degrés au-dessus du point de fusion, le perazoture de carbone peut être sublimé dans le vide de la trompe à mercure; dès la température de 70° il commence à se décomposer en émettant des vapeurs; entre 170° et 180° il détone avec une extrême violence. Le perazoture de carbone est d'ailleurs extrêmement sensible aux chocs; il ne doit être manié qu'avec beaucoup de précautions et il est prudent de n'en préparer que de petites quantités.

Très pur, le perazoture de carbone peut être conservé longtemps; mais souvent, surtout si le produit renferme des traces de brome, on observe une polymérisation qui le transforme en un polymère insoluble dans l'éther. Ce dérivé, comparable au paracyanogène, est beaucoup plus stable et ne détone plus au choc.

Les solutions aqueuses de perazoture ne tardent pas à s'altérer par suite d'une hydrolyse qui transforme successivement ce corps en acide azidcarbonique, puis en acide azothydrique et carbonique



$$CN^4 \rightarrow \begin{matrix} N \\ \| \\ N \end{matrix}\!\!>N - CO - NH^2 \rightarrow \begin{matrix} N \\ \| \\ N \end{matrix}\!\!>N - CO^2H \rightarrow \begin{matrix} N \\ \| \\ N \end{matrix}\!\!>NH + CO^2 \text{ (1).}$$

J'ai pu analyser le perazoture de carbone en dosant l'azote par la méthode de Dumas; le corps renfermant 82,3 pour 100 d'azote, il a suffi d'opérer sur $0^g,06$ de substance préalablement dilués dans une grande quantité de

(1) L'amide et l'éther de l'acide N^3CO^2H ont été préparés par une toute autre voie par Curtius et ses élèves. Ces savants ont constaté que l'acide était instable et se décomposait de suite en acide carbonique et N^3H.

sable. Quant au dosage du carbone, étant donnée sa faible teneur, il n'a pu être déterminé que par une combustion dans la bombe de MM. Berthelot et Vieille afin de pouvoir opérer sans danger, sur près de $0^g,50$ de substance. Les chiffres de ces analyses ne laissent aucun doute sur l'exactitude de la formule.

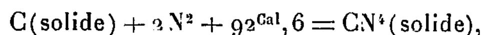
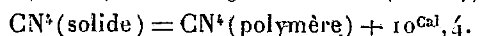
Étant donné le peu de stabilité de ce nouveau composé et sa constitution toute spéciale, j'ai cru devoir en faire l'étude thermochimique et déterminer sa chaleur de formation par la méthode de la bombe calorimétrique.

Une première expérience, faite avec $1^g,605$ de substance, donna une explosion tellement violente que la capsule en platine servant à supporter la substance au milieu de la bombe fut réduite en plus de 50 morceaux. La percussion détermina un desserrage de l'écrou de fermeture et il se déclara une fuite importante. Malgré cet accident, la chaleur de décomposition fut estimée à près de $85^{cal},2$.

Une deuxième expérience fut faite avec $0^g,3964$ de perazoture de carbone dilués dans $0^g,4126$ d'alcool amylique; l'explosion, également très violente, détériora fortement la capsule de platine. La chaleur de formation fut trouvée de $-92^{cal},6$.

Enfin une troisième mesure, faite avec $0^g,4956$ de polymère dilués dans $0^g,6170$ d'alcool amylique, donna pour la chaleur de formation de ce polymère $-82^{cal},2$; dans cette dernière expérience, la capsule de platine fut également détériorée.

On peut conclure de ces expériences que le perazoture de carbone est le plus endothermique des corps connus et qu'on a approximativement


$$C(\text{solide}) + 2N^2 + 92^{Cal},6 = CN^4(\text{solide}),$$

$$CN^4(\text{solide}) = CN^4(\text{polymère}) + 10^{Cal},4.$$

La nécessité de remplacer à chaque fois la capsule en platine et la détérioration progressive de l'émaillage de la bombe ne m'ont pas permis de poursuivre plus loin ces déterminations.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxychlorures de zirconium.* Note (1) de M. **Ed. Chauvenet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai étudié récemment les hydrates du chlorure de zirconyle, et j'ai indiqué qu'il m'a été impossible d'isoler la combinaison anhydre $ZrOCl^2$

(1) Présentée dans la séance du 29 avril 1912.

(du moins en partant de l'un de ses hydrates). Outre ces dérivés, on a signalé l'existence d'autres composés oxychlorés du zirconium, tout à fait différents de ceux-là, tels que $ZrCl^4, 2ZrO^2$ (¹), $ZrCl^4, 3ZrO^2$ (²) et $3ZrCl^4, ZrO^2$ (³).

Les formules de constitution des trois combinaisons précédentes laissent penser que ces produits résultent de l'union du chlorure de zirconium avec la zircone. Or, s'il en était ainsi, on ne saurait expliquer ni les différents modes de décomposition des hydrates du chlorure de zirconyle, ni certains faits que je vais exposer un peu plus bas. C'est pourquoi, après avoir essayé de reproduire ces dérivés et d'en compléter la série, j'ai cherché à attribuer à ce type de combinaison une constitution mieux conforme à l'interprétation des faits expérimentaux.

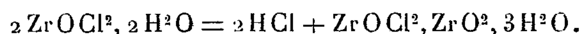
La combinaison d'Hermann n'existe pas; j'ai vérifié en effet que ni l'action de la chaleur, ni celle des alcalis ne transforment l'oxychlorure de zirconium en $ZrCl^4, 2ZrO^2$.

Quant à l'oxychlorure de Troost et Hautefeuille, je n'ai pu le reproduire.

Je ne parlerai donc pas de ces ceux oxychlorures dont l'existence est négative pour l'un et douteuse pour l'autre.

Au contraire, la combinaison d'Endemann $Zr^4O^6Cl^4$ peut être reproduite à volonté, à la condition cependant de modifier les indications décrites par cet auteur; en effet, le produit précipité par l'éther et desséché à l'air sec est hydraté, il retient 3^{mol} d'eau et l'analyse lui attribue la composition $Zr^4O^6Cl^4, 6H^2O$ ou $2[Zr^2O^3Cl^2, 3H^2O]$; il ne devient anhydre qu'en le soumettant à l'action de la chaleur.

J'ai obtenu un oxychlorure hydraté de composition identique à celui du précédent, en chauffant à 150° $ZrOCl^2, 2H^2O$ dans un courant de gaz chlorhydrique, selon la réaction

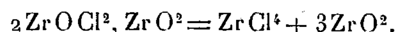


$$2ZrOCl^2, 2H^2O = 2HCl + ZrOCl^2, ZrO^2, 3H^2O.$$

A une température plus élevée (230°) cet hydrate, perdant ses 3^{mol} d'eau, donne naissance à l'oxychlorure d'Endemann, auquel (pour les raisons que je vais développer dans la suite) il convient de donner la constitution $ZrOCl^2, ZrO^2$. Cette combinaison résiste à l'action de la chaleur jusqu'au rouge; mais à partir de 600°, elle se scinde en $ZrCl^4$

(¹) HERMANN, *Jahr.*, 1886, p. 189 à 191.
(²) ENDEMANN, *J. prak. Chem.*, t. II, XI, 1875, p. 219.
(³) *Comptes rendus*, t. 73, 1896, p. 563.

volatil et ZrO^2 qui reste dans la nacelle



$$2ZrOCl^2, ZrO^2 = ZrCl^4 + 3ZrO^2.$$

L'eau décompose $ZrOCl^2, ZrO^2, 3H^2O$, tandis qu'elle est sans action sur $ZrOCl^2, ZrO^2$; l'acide chlorhydrique étendu dissout facilement l'une et l'autre de ces deux combinaisons.

Il reste enfin à justifier que la constitution que j'attribue à ces dérivés est bien celle qui leur convient : d'une part l'eau dissocie l'oxychorure hydraté $Zr^2O^3Cl^2, 3H^2O$ en une partie soluble ($ZrOCl^2$ ou bien $ZrCl^4$) et en ZrO^2 insoluble; sachant que $ZrCl^4, 3ZrO^2, 6H^2O$ contient 51,92 pour 100 de zircone, tandis que $2[ZrOCl^2, ZrO^2, 3H^2O]$ n'en renferme que 34,65 pour 100, il sera facile d'assigner à cette combinaison l'une ou l'autre des deux constitutions possibles; or j'ai trouvé expérimentalement un résidu de ZrO^2 égal à 33,63 pour 100 ([1]) du poids de substance projetée dans l'eau.

D'autre part, nous avons déterminé, M. Boll ([2]) et moi, la conductivité moléculaire des dissolutions dix-millinormales de $ZrCl^4$, de $ZrOCl^2, 8H^2O$ et de $Zr^2O^3Cl^2, 3H^2O$. Les résultats de nos mesures sont les suivants :

	Conductivité mol.
Pour $ZrCl^4$	1081
$Zr^2O^3Cl^2, 3H^2O$	717
$ZrOCl^2, 8H^2O$	514

Il résulte que la conductivité de $Zr^2O^3Cl^2, 3H^2O$ est nettement différente de celle de $ZrCl^4$; or, il en serait autrement si l'oxychlorure précédent provenait de l'union de $ZrCl^4$ avec ZrO^2; si cette combinaison avait en effet une telle constitution, sa conductivité devrait être *au moins égale* à celle de $ZrCl^4$, tandis que l'expérience *montre le contraire*. J'ajouterai enfin que $ZrCl^4$, s'hydrolysant très rapidement ([3]), il est inadmissible de concevoir une combinaison contenant du chlorure de zirconium associé avec de l'eau. Ces faits autorisent donc à attribuer à cet hydrate la constitution

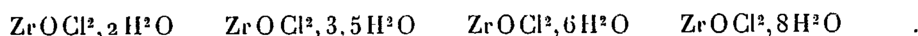
([1]) Ce nombre est un peu différent du nombre théorique parce que ZrO^2 est un peu soluble dans $ZrOCl^2$.

([2]) Je remercie cordialement M. Boll d'avoir mis à ma disposition la méthode électromagnétique qu'il emploie pour la mesure des conductivités (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 349) et d'avoir bien voulu m'aider dans ces expériences.

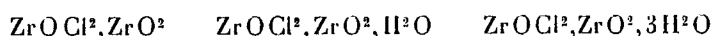
([3]) La vitesse de cette transformation ne nous a pas permis de suivre l'hydrolyse de $ZrCl^4$ et de vérifier l'ordre de la réaction.

d'un oxychlorure $ZrOCl^2, ZrO^2, 3H^2O$ et non celle d'un chlorure combiné à la zircone et à l'eau. En raisonnant par analogie, la formule du produit anhydre (lequel prend naissance par dessiccation du dérivé hydraté précédent) doit être $ZrOCl^2, ZrO^2$ et non $\frac{1}{2}(ZrCl^4, 3ZrO^2)$.

En résumé le zirconium fournit deux séries de combinaisons oxychlorées: les unes sont les hydrates du chlorure de zirconyle $ZrOCl^2$ (lequel ne paraît pas devoir exister anhydre)


$$ZrOCl^2, 2H^2O \quad ZrOCl^2, 3,5H^2O \quad ZrOCl^2, 6H^2O \quad ZrOCl^2, 8H^2O$$

les autres sont les hydrates de l'oxychlorure complexe $ZrOCl^2, ZrO^2$, lequel a pu être isolé :


$$ZrOCl^2, ZrO^2 \quad ZrOCl^2, ZrO^2, H^2O \quad ZrOCl^2, ZrO^2, 3H^2O$$

Enfin l'action de la chaleur décompose $ZrOCl^2, ZrO^2$ en $ZrCl^4$ volatil et ZrO^2 fixe, réaction qui permet de préparer le chlorure de zirconium au moyen d'un produit obtenu lui-même par voie humide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des éthers αβ-dicétoniques.* Note (¹) de MM. **A. Wahl** et **M. Doll**, présentée par M. A. Haller.

La préparation de l'acétylglyoxylate d'éthyle (éther dicétobutyrique), qui constitue le premier terme d'une série de composés dicétoniques de la forme générale R — CO — CO — COOR', fut réalisée, il y a quelques années, par l'un de nous en collaboration avec L. Bouveault (²), après avoir fait l'objet de recherches infructueuses de la part de plusieurs savants étrangers (³).

Le procédé qui permet d'obtenir ce composé consiste dans l'oxydation du groupe CH^2 de l'éther acétylacétique par les vapeurs nitreuses en présence d'anhydride acétique; il fut appliqué depuis à l'éther benzoylacétique avec le même succès (⁴). Par suite de la difficulté que présente la préparation des éthers β-cétoniques qui constituent la matière première, nos connaissances sur cette nouvelle fonction sont restées limitées jusqu'ici à l'acétyl- et au benzoyl-glyoxylate d'éthyle. Nous nous sommes pro-

(¹) Présentée dans la séance du 29 avril 1912.

(²) Bouveault et Wahl, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 1121.

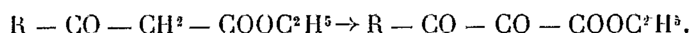
(³) Sachs et Wolff, *D. chem. G.*, t. XXXVI, 1903, p. 3233. — Wieland et Bloch, *Ibid.*, t. XXXVII, 1904, p. 1530.

(⁴) A. Wahl, *Comptes rendus*, t. 149, 1907, p. 218.

posé d'étendre la réaction des vapeurs nitreuses aux divers éthers acylacétiques, tant aliphatiques que cycliques. Dans la présente Note, nous ne nous occuperons que des premiers et en particulier des éthers propionyl-, butyryl- et heptylylacétiques.

Tous ces composés ont été obtenus en faisant réagir dans des conditions bien définies le sodium sur le mélange d'éther acétique et de ses homologues [1]; dans le cas des dérivées à chaîne normale, seuls étudiés jusqu'ici, le rendement augmente quand on s'élève dans la série. Ainsi, tandis que le propionate d'éthyle ne fournit que 15 à 16 pour 100 de son poids de propionylacétate, le butyrate donne 30 à 35 pour 100 et l'heptylate jusqu'à 50 pour 100 de leur poids d'éther acylacétique correspondant.

La réaction des vapeurs nitreuses, dans les conditions habituelles, transforme ces éthers β-cétoniques en éthers αβ-dicétoniques avec un rendement de 50 à 55 pour 100 du poids de la matière première :



$$R - CO - CH^2 - COOC^2H^5 \rightarrow R - CO - CO - COOC^2H^5.$$

Les éthers αβ-dicétoniques se présentent sous la forme de liquides mobiles jaune d'or à odeur agréable, bouillant sans décomposition dans le vide à une température voisine du point d'ébullition de l'éther β-cétonique primitif :

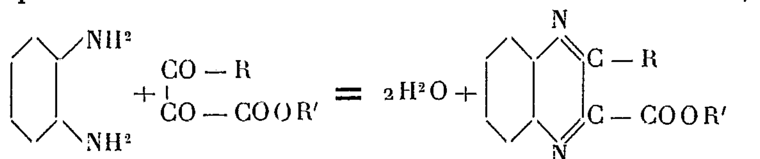
Propionylglyoxylate d'éthyle $CH^3 - CH^2 - CO - CO - COOC^2H^5$. Il bout à 77°-80° sous 10^{mm}; il est légèrement soluble dans l'eau. $D_0 = 1,142$.

Butyrylglyoxylate d'éthyle $CH^3 - CH^2 - CH^2 - CO - CO - COOC^2H^5$. Bout à 83°-86° sous 10^{mm}, $D_0 = 1,104$.

Heptylylglyoxylate d'éthyle $CH^3 - (CH^2)^5 - CO - CO - COOC^2H^5$. Bout à 124°-128° sous 10^{mm}; il est insoluble dans l'eau. $D_0 = 1,021$.

Tous ces composés se décolorent au contact de l'eau et de l'alcool en s'échauffant plus ou moins, mais ni les hydrates ni les alcoolates n'ont pu être obtenus à l'état cristallisé. Ils se combinent avec les réactifs caractéristiques de la fonction cétonique, mais souvent ces combinaisons demeurent huileuses. Ainsi l'aniline et l'hydroxylamine donnent des huiles incristallisables.

Action des orthodiamines. — Les orthodiamines fournissent des dérivés quinoxaliques



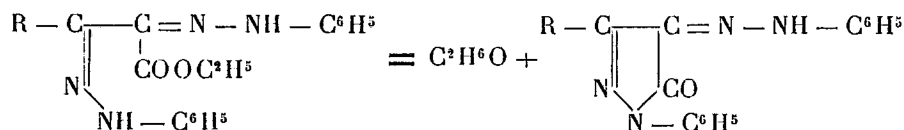
(1) A. Wahl, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 95.

ce qui démontre bien la présence, dans la molécule, de deux fonctions carbonyles voisines.

Le propionylglyoxylate donne l'*éthyl-2-quinoxaline-carbonate d'éthyle*-3 en aiguilles blanches (F. 64°); le dérivé correspondant du butyrylglyoxylate a déjà été décrit par l'un de nous; quant au dérivé de l'heptylylglyoxylate il ne cristallise pas. Mais si l'on remplace l'*o*-phénylène-diamine par la 1.2-naphtylène-diamine, on obtient l'*hexyl-2-phénoquinoxaline-carbonate d'éthyle*-3 (F. 64°-65°); le dérivé correspondant du butyrylglyoxylate (F. à 83°-84°).

Action de la semicarbazide. — Les éthers αβ-dicétoniques réagissent avec la semicarbazide en solution acéto-alcoolique pour donner des *disemicarbazones* blanches et cristallisées, peu solubles, et fondant avec décomposition. La disemicarbazone de l'éther propionylglyoxylique fond vers 235° (déc.), celle du butyrylgloxyoxylate fond vers 247° (déc.), celle de l'heptylylglyoxylate vers 230° (déc.).

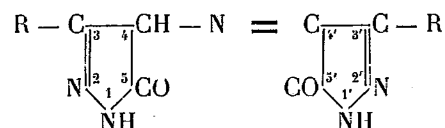
Action de la phénylhydrazine. — Elle fournit toujours les phénylhydrazo-pyrazolones, résultant de la cyclisation des diphénylhydrazones formées dans une première phase :



La phénylhydrazo-4-phényl-1-éthyl-3-pyrazolone-5 forme des cristaux orangés (F. à 157°), la *phénylhydrazo-4-phényl-1-propyl-3-pyrazolone-5* (F. à 133°-134°) et la *phénylhydrazo-4-phényl-1-hexyl-3-pyrazolone-5* (F. à 100°-101°). La constitution de ces dérivés est confirmée par leur synthèse réalisée en combinant d'abord les éthers β-cétoniques au chlorure de diazonium et en faisant ensuite réagir la phénylhydrazine.

Action de l'hydrate d'hydrazine. — Quand on mélange l'éther αβ-dicétonique avec 1^{mol} ou 2^{mol} d'hydrate d'hydrazine en solution hydroalcoolique, le liquide se colore en violet de plus en plus intense; il se dégage des bulles gazeuses et de l'ammoniac et, finalement, il se dépose des cristaux rouges. Ceux-ci se dissolvent dans les alcalis avec une belle coloration violette; cette propriété ainsi que la composition centésimale correspondent à celles

d'*acides rubazoniques* de la forme



Le seul terme connu est celui obtenu par Bouveault et Wahl à partir de l'acétylglyoxylate d'éthyle. L'*acide diéthyl*-3.3'-*rubazonique* obtenu à partir du propionylglyoxylate forme des cristaux rouges fondant à 235° (déc.), l'*acide dipropyl*-3.3'-*rubazonique* fond vers 260°.

En résumé, l'action des vapeurs nitreuses a permis de transformer jusqu'ici les éthers maloniques en éthers mésoxaliques, les éthers acétylpropionyl-butyryl- et heptylylacétiques en éthers αβ-dicétoniques; cette réaction constitue donc un procédé assez général d'oxydation d'un groupement CH^2 négatif des composés aliphatiques en fonction carbonyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux colorants dérivés de la phényloxyaniline.* Note de M. **Alph. Mailhe**, présentée par M. Ch. Moureu.

Dans une précédente Communication [1] j'ai montré, avec M. Murat, que la nitration directe de l'oxyde de phényle pouvait être réalisée en milieu acétique et conduisait au dérivé mononitré para $C^6H^5O.C^6H^4NO^2$. J'ai essayé de préciser les conditions de cette nitration et j'ai trouvé que, pour obtenir un bon rendement en dérivé nitré, il est nécessaire de laisser s'échauffer la solution acétique qui a subi l'action de l'acide azotique fumant, jusqu'à ce qu'elle commence à dégager des vapeurs nitreuses. On verse ensuite rapidement le produit dans l'eau. Le dérivé nitré se sépare sous forme d'un liquide brun, qui est repris par l'éther. Après évaporation de ce dernier, on obtient une dose importante de nitrophényléther, sous forme de lamelles hexagonales jaunes fondant à 56°.

La réduction de ce composé par le fer et l'acide acétique fournit l'amine, $C^6H^5OC^6H^4.NH^2$, en aiguilles blanches, très solubles dans l'alcool et dans l'éther, fondant à 82°.

Cette amine fournit un chlorhydrate formé d'aiguilles blanches ayant un point de fusion de 222°, et dont le chloroplatinate jaune se décompose avant

[1] A. Mailhe et Murat, *Comptes rendus*, t. 154, p. 715.

de fondre. L'anilide $C^6H^5OC^6H^4NHCOCH^3$ est en lamelles nacrées, qui fondent à 99°.

Cette amine ayant été isolée pour la première fois, j'ai essayé d'en préparer un certain nombre de matières colorantes azoïques. Son chlorhydrate se laisse diazoter aussi aisément que l'aniline, et le diazo obtenu peut être copulé avec les amines et les phénols aromatiques.

Le diazoïque $C^6H^5O.C^6H^4N = NCl$ a été préparé en dissolvant 10g de phényloxyaniline dans 30g d'acide chlorhydrique et 400^{cm^3}-500^{cm^3} d'eau. Après addition de quelques morceaux de glace, on ajoute une solution de 10g à 12g de nitrite de soude dans 100^{cm^3} d'eau. Le diazo formé donne ainsi une solution jaune.

En ajoutant ce diazo à une solution alcoolique d'aniline refroidie par de la glace, on obtient un liquide d'où l'on précipite, par addition d'eau, l'azoïque $C^6H^5OC^6H^4N = NC^6H^4NH^2$. Recristallisé dans l'alcool, il constitue des aiguilles jaunes fondant à 88°. Il forme, avec les acides, des sels rouges, que l'eau détruit en précipitant le colorant jaune.

Avec la diphénylamine, le diazo fournit des paillettes jaunes fondant à 38°. C'est l'azo $C^6H^5OC^6H^4N = NC^6H^4NHC^6H^5$; sa solution alcoolique, traitée par les acides forts, donne une coloration bleu-violet intense, qui devient verte par un excès d'acide. Cette solution verte laisse déposer des cristaux fondant à 78°.

La diméthylaniline conduit à l'azoïque $C^6H^5OC^6H^4N = NC^6H^4N(CH^3)^2$. Il constitue des lamelles vertes fondant à 68°, solubles en rouge carmin dans HCl, et en jaune foncé dans SO^4H^2. Ce colorant tire sur soie et sur laine, en milieu acide, en jaune d'or.

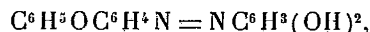
Les deux napthylamines α et β se copulent aussi très facilement avec le diazo de la phényloxyaniline en donnant : la première, une poudre rouge noir, dont la solution alcoolique vire au violet par SO^4H^2, et la seconde une poudre rouge, dont la solution alcoolique, traitée par SO^4H^2, vire au rouge carmin. L'azo de la naphtylamine α fond à 75° ; l'azo de la naphtylamine β fond à 115°.

La copulation des phénols et de leurs dérivés avec le chlorure de diazophényloxybenzène se fait en ajoutant ce dernier à une solution alcaline du phénol ou de son dérivé, refroidie avec de la glace. Après quelque temps de contact, on précipite le colorant par addition d'acide chlorhydrique dilué.

On obtient avec le phénol ordinaire l'azo $C^6H^5OC^6H^4N = NC^6H^4OH$, en lamelles jaunes fondant à 118°. Par addition d'acide sulfurique fumant,

il se transforme dans le dérivé monosulfoné ; c'est une poudre brune tirant sur soie et sur laine en brun peu éclatant.

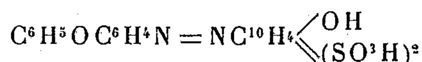
La résorcine fournit des aiguilles rouge foncé de composition



$$C^6H^5OC^6H^4N = NC^6H^3(OH)^2,$$

fondant à 75°. Le naphtol β conduit à des paillettes jaunes, solubles en rouge dans les alcalis.

Les acides naphtolsulfoniques fournissent aussi des colorants rouges teignant directement la laine et la soie, sur bain acide, en rouge carmin. C'est le cas de l'acide de Schœffer, de l'acide crocéique, du sel de chrome. Ce dernier donne, par copulation avec le diazo, l'azoïque



$$C^6H^5OC^6H^4N = NC^{10}H^4\begin{cases}OH\\(SO^3H)^2\end{cases}$$

en cristaux rouges. La solution alcoolique de ces cristaux ne présente pas le même spectre d'absorption que la solution alcoolique du colorant correspondant de l'aniline. Sa bande d'absorption va en effet jusqu'au jaune.

On voit que la phényloxyaniline se prête, comme l'aniline, à la formation d'un grand nombre de colorants azoïques. L'introduction du groupe oxyphényl dans le noyau C^6H^5 de l'aniline donne un ton plus vif à la couleur. Ce fait avait été observé pour les colorants de l'anisidine.

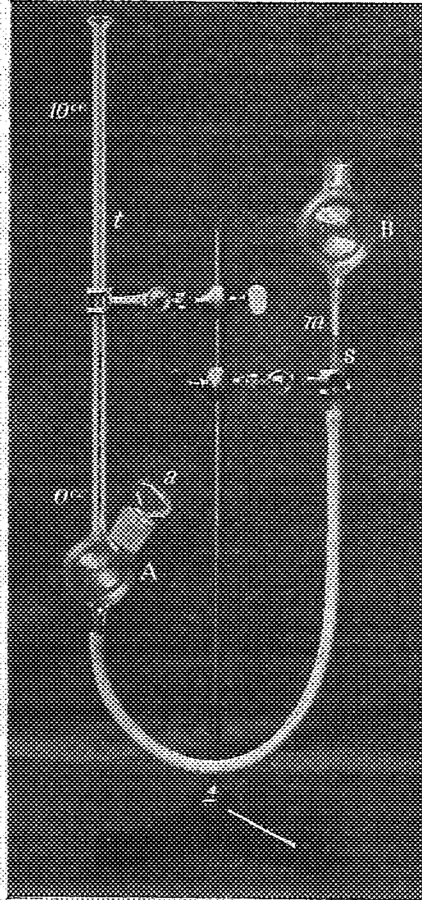
Si l'on compare les points de fusion de ces nouveaux colorants et des colorants analogues dérivant de l'aniline, on constate toujours que les premiers sont moins élevés que les seconds.

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau densivolumètre à niveau applicable à la détermination rapide de la densité des solides : minéraux et produits industriels.* Note de M. **Jean Escard**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans une Note précédente ([1]) nous avons donné la description de dispositifs que nous avons nommés *densivolumètres* et qui permettent de connaître la densité des corps solides d'après la détermination aussi exacte que possible de leur volume $\left(d = \frac{P}{V}\right)$. L'appareil représenté par la figure ci-contre remplit le même but, mais d'une façon différente et plus précise.

([1]) Jean Escard, *Sur des dispositifs pratiques pour la détermination de la densité des corps solides de faible volume* (*Comptes rendus*, t. 154, 11 mars 1912, p. 693).

Construit spécialement en vue de la détermination de la densité des minéraux et des produits industriels [1], il comprend un globe de verre A surmonté d'un tube gradué *t* d'une contenance de 10^{cm^3} et divisé en vingtièmes de centimètre cube. Ce



globe est muni, sur le côté, d'une ouverture fermée par un bouchon soigneusement rodé; c'est par cette ouverture qu'on introduit les échantillons dont on veut déterminer le volume. A la partie inférieure, il est muni d'un prolongement relié par un

---

[1] Il est inutile de faire ressortir l'importance pratique de la connaissance de la densité d'un grand nombre de minéraux ayant à peu près la même teinte et qu'on trouve souvent en échantillons où toute trace de cristallisation extérieure a disparu (échantillons roulés dans les alluvions), dont la densité est très différente (pierres précieuses) et peut ainsi servir de base à des déterminations ultérieures définitives. Il en est de même de nombreux produits industriels (fontes, alliages, produits céramiques, etc.), dont elle facilite l'étude.

tube de caoutchouc à un second récipient à entonnoir B, d'une contenance un peu supérieure à celle de A. Un curseur circulaire *m*, mobile à frottement dur le long de *s*, sert d'égaliseur de niveau vis-à-vis l'eau contenue dans le système de vases communicants constitué par *t* et *s*.

Pour utiliser cet appareil, on introduit d'abord de l'eau dans les tubes *t* et *s* au moyen du récipient à entonnoir B, de façon que le zéro de la graduation du tube *t* coïncide avec le niveau du liquide dans ce tube. On déplace le récipient B et le curseur *m* de façon que celui-ci occupe la même position par rapport au liquide contenu dans le tube *s*.

On élève alors progressivement le tube *t*, de manière à chasser l'eau du globe A et à pouvoir y introduire l'échantillon à mesurer après avoir enlevé le bouchon *a*. On remet celui-ci en place et l'on fait remonter le liquide dans le globe A de façon que son niveau dans le tube *s* revienne en *m*. Naturellement, une certaine quantité d'eau monte dans le tube *t*. La lecture, faite sur l'échelle graduée, de la hauteur à laquelle il s'arrête dans ce tube donne, avec une grande précision, le volume du corps introduit en A.

Il n'y a pas lieu de s'inquiéter, pendant cette opération, de l'usure du bouchon *a* après une plus ou moins longue durée de service ; elle est, en effet, pour ainsi dire nulle entre les deux phases d'une même mesure et, de même que dans le pycnomètre classique, l'expérience démontre que le bouchon occupe exactement la même position *avant et après* l'introduction de l'échantillon en A. L'usure qui peut en résulter à la longue est du reste sans importance pratique, le point de départ (zéro) de la graduation du tube *t* étant au-dessus de A et celle-ci demeurant ainsi invariable.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la température sur les zoospores de* Chlamydomonas. Note de M. PAUL DESROCHE, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai étudié l'action de la température sur les *Chlamydomonas*. Je me propose d'exposer les résultats que m'a donnés l'étude de la vitesse des zoospores aux diverses températures.

Je ne décrirai pas ici le dispositif expérimental que j'ai utilisé, me bornant à indiquer que je mesurais directement la vitesse en dessinant à la chambre claire le parcours effectué par une zoospore pendant un temps déterminé. Les trois faits suivants rendent les mesures longues et difficiles :

1° Il existe entre les zoospores des différences individuelles par suite desquelles leurs vitesses aux mêmes températures peuvent présenter des écarts comparables à ceux que provoquent les variations de température. D'où la nécessité de ne comparer entre elles que les vitesses mesurées sur une même zoospore.

2° Une même zoospore peut rester en mouvement pendant deux et même trois jours. Mais pendant ce temps la zoospore évolue, et deux mesures de vitesse faites à

la même température à des instants trop éloignés ne donnent pas les mêmes résultats; d'où la nécessité d'opérer rapidement : ma plus longue série de mesures sur une même zoospore n'a pas dépassé 8 heures, et je me suis toujours assuré, en replaçant de temps à autre la zoospore en expérience à la même température, que sa vitesse n'avait pas sensiblement varié.

3° La possibilité d'opérer rapidement est d'ailleurs limitée : la température en effet n'intervient pas seulement par sa valeur absolue, mais aussi par sa vitesse de variation; une variation brusque provoque l'arrêt immédiat de la zoospore en expérience; cette action est surtout sensible au voisinage des températures limites auxquelles le mouvement des zoospores cesse d'être possible.

Quinze séries d'expériences concordantes me permettent d'énoncer les résultats suivants :

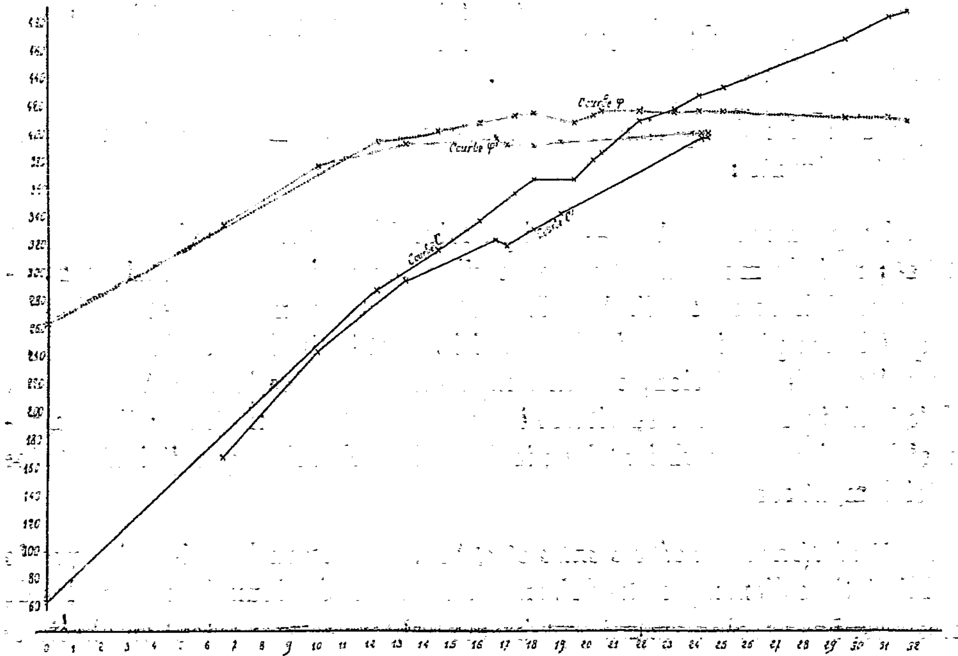
A. *Températures limites.* — J'ai pu faire des mesures de vitesse entre 0° et 32°; mais le mouvement reste possible, au moins pour certaines zoospores, en dehors de ces limites. Il peut persister aux températures basses jusqu'à la congélation du liquide nutritif, c'est-à-dire bien en dessous de 0°, par suite de la surfusion, et aux températures élevées jusqu'à 39° ou 40°. Mais je n'ai pu mesurer sa vitesse à ces températures extrêmes; j'en exposerai les raisons en publiant les résultats de recherches que j'ai effectuées spécialement sur leur action.

B. *Variations de la vitesse entre* 0° *et* 32°. — Les courbes ci-après, que je publie à titre d'exemple, traduisent les résultats de deux de mes séries de mesures. Les courbes en traits pleins sont obtenues en portant en abscisses les températures, en ordonnées les vitesses. Ces courbes mettent en évidence un accroissement de la vitesse avec la température, accroissement un peu plus rapide, semble-t-il, aux températures basses qu'aux températures élevées.

Cet accroissement est le phénomène intéressant au point de vue biologique de la dissémination des Algues, de la rencontre des gamètes, etc. Mais, au point de vue purement physiologique, il faut remarquer que la viscosité du liquide a varié entre 0° et 32°. Or si l'on effectue, à chaque température, le produit de la vitesse V par le coefficient de viscosité z, on obtient, pour la courbe C par exemple, les nombres suivants :

Température...	0°.	12°,2.	14°,4.	16°.	17°,3.	18°.	19°,5.	20°,1.
$V \times z$........	66	197	207	211	216	218	211	216
Température...	20°,5.	21°,9.	23°,2.	24°,1.	25°.	29°,5.	31°,2.	31°,8.
$V \times z$.......	216	219	218	219	219	214	214	211

En portant en ordonnées les valeurs de $V \times z$, les abscisses étant toujours les températures, j'obtiens la courbe φ. Cette courbe et toutes celles que m'ont fournies, par le même procédé, mes autres séries de mesures (courbe φ' par exemple déduite de C') présentent les mêmes caractères : à partir de 0° et dans le sens des températures croissantes une ascension dont la



Variations de la vitesse d'une zoospore en fonction de la température. Les courbes en traits pleins mettent en évidence l'accroissement de la vitesse avec la température. Les courbes en pointillé donnent pour chaque température le produit de la vitesse par le coefficient de viscosité du liquide. Elles montrent la constance de ce produit à partir de 12°-15°. (Les ordonnées des deux courbes φ et φ' ont été augmentées de 200.)

rapidité s'atténue rapidement; à partir de 12°-15° la courbe forme un plateau horizontal et conserve cette forme jusqu'aux températures les plus élevées que l'Algue puisse supporter sans interrompre son mouvement.

Or si l'on admet, ce qui est une première approximation, que la vitesse de déplacement de l'Algue est à puissance égale inversement proportionnelle à la viscosité du liquide, il faut en conclure que, si la vitesse croît effectivement avec la température, les variations de celle-ci ont une influence beaucoup moindre au point de vue purement physiologique ; l'activité de l'Algue s'accroît bien un peu entre 0° et 15°, mais reste ensuite constante.

Autrement dit, le phénomène de l'accroissement de vitesse résulte bien

plus, du moins en première approximation, du phénomène purement physique de la variation de viscosité de l'eau que d'un phénomène physiologique d'accroissement d'activité de la zoospore. C'est seulement aux températures extrêmes que la physiologie de l'Algue intervient, la variation de la viscosité ne suffisant plus à expliquer la variation rapide de la vitesse.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Comparaison de l'azote total et de l'azote nitrique dans les plantes parasites et saprophytes*. Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. Guignard.

J'ai montré, dans un précédent travail ([1]), que les plantes parasites et saprophytes renferment toutes des nitrates dans leurs tissus. J'ai constaté, en outre, que les proportions de nitre accumulées étaient facteurs à la fois du parasitisme plus ou moins complet du végétal, de la richesse du substratum et aussi de la présence ou de l'absence de chlorophylle, confirmant ainsi les observations de Schimper ([2]) sur l'action simultanée exercée par la lumière et la chlorophylle dans ces phénomènes d'accumulation.

La présente Note a pour but la comparaison des quantités de nitrates ainsi inutilisées à l'azote total contenu dans les mêmes plantes, afin d'en dégager quelques données sur l'activité des phénomènes assimilateurs dont les parasites sont le siège.

J'ai examiné, au point de vue de l'azote total, toutes les plantes précédemment étudiées pour lesquelles je possédais des matériaux en quantité suffisante, ainsi que quelques autres qui m'ont été procurées depuis par MM. Jahandiez et Col. Le dosage de l'azote total a été effectué par la méthode de Dumas; celui de l'azote nitrique par celle de Schlœsing, sur des extraits de plantes repris par l'alcool faible pour éliminer les matières gommeuses. Les résultats ont été rapportés à 1 000^g de poids sec.

([1]) L. Lutz, *Sur l'accumulation des nitrates dans les plantes parasites et saprophytes et sur l'insuffisance de la diphénylamine sulfurique comme réactif microchimique de ces substances* (*Bull. Soc. botanique de France*, t. LV, 1908, p. 104).

([2]) Schimper, *Ueber Kalkoxalatbildung in den Laubblättern*, § 4 (*Bot. Zeit.*, t. XLVI, 1888, p. 112).

PARASITES ABSOLUES.

	Azote nitrique pour 1000.	Azote total pour 1000.
	g	g
Gui	0,075	35,14
Cuscute (sur ortie)	0,175	32,44
Cytinus Hypocistis	0,075	27,67
Cytinus kermesinus	0,142	17,30
Cynomorium coccineum	0,106	33,37
Arceuthobium Oxycedri	0,094	14,81
Lathraea Clandestina	0,178	17,46
PARASITES RELATIVES A CHLOROPHYLLE.		
Melampyrum arvense	0,589	54,83
Melampyrum arvense (2e échantillon)	0,263	33,58
Melampyrum pratense	0,482	33,50
Rhinanthus Crista-galli	0,194	44,30
Pedicularis pyrenaica	0,156	40,21
Euphrasia vulgaris	0,369	41,12
Thesium pratense (tiges)	0,225	38,92
Osyris alba	0,0094	24,71
Osyris lanceolata	0,075	27,58
PARASITES RELATIVES SANS CHLOROPHYLLE.		
Phelipea cærulea	4,489	22,34
Phelipea violacea	0,188	44,32
Orobanche Epithymum	0,244	22,38
O. cruenta	0,551	31,26
O. Rapum	0,257	29,12
O. Rapum (2e échantillon)	0,301	15,658
O. minor	0,257	20,95
Limodorum abortivum	0,332	20,81
SAPROPHYTE SANS CHLOROPHYLLE.		
Monotropa Hypopitys	0,739	26,04
Neottia Nidus-avis	0,156	23,25

Une première conclusion à tirer de ce Tableau est que les parasites absolues, et principalement les plantes chlorophylliennes, sont en général plus pauvres en azote total que les parasites relatives dont une partie des racines plonge dans le sol et y puise des matériaux nutritifs.

Néanmoins, les différences sont beaucoup moins accentuées que pour

l'azote nitrique, ce qui était du reste facile à prévoir en réfléchissant au mode particulier de nutrition de ce groupe de végétaux.

Mais un fait beaucoup plus important se dégage de ces données analytiques : c'est la relation qui existe entre la présence ou l'absence de chlorophylle et la richesse comparée des plantes en azote total et en azote nitrique. Lorsque la plante est chlorophyllienne, les chiffres de l'azote nitrique sont faibles, ceux de l'azote total élevés. Lorsque la plante ne possède pas de chlorophylle, c'est le contraire qu'on observe.

On remarquera, parmi les exemples les plus caractéristiques, le *Pedicularis pyrenaica* et le *Neottia Nidus-avis*, le Gui et le *Cytinus Hypocistis*, le *Thesium pratense*, l'*Orobanche Rapum* (1er échantillon) et l'*O. minor*, le *Melampyrum pratense* et le *Phelipea cœrulea*, le *Melampyrum arvense* (1er échantillon) et l'*Orobanche cruenta*, chez lesquels les doses d'azote nitrique sont égales ou très voisines et celles d'azote total très différentes et plus fortes pour les plantes chlorophylliennes. On notera également le *Monotropa Hypopitys* qui, pour la dose élevée de 0,739 pour 1000 d'azote nitrique, ne renferme que 26,04 pour 1000 d'azote total.

Ces chiffres montrent toute l'importance de l'action chlorophyllienne dans les phénomènes d'accumulation et d'assimilation de l'azote chez les plantes parasites.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence de l'amygdonitrileglucoside dans le* Photinia serrulata *Lindl.* Note de M. **H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

Le *Photinia serrulata* Lindl. est un arbuste appartenant à la famille des Rosacées, tribu des Pirées. Les divers organes de cette plante, broyés avec de l'eau, peuvent fournir un distillat contenant de notables proportions d'acide cyanhydrique. Guignard [1], en 1906, a longuement étudié à ce point de vue le *P. serrulata;* il a dosé les quantités d'acide cyanhydrique produites par des exemplaires différents à une même époque de l'année, et, d'autre part, les variations de l'acide cyanhydrique provenant d'un même exemplaire aux différentes saisons; il a comparé les divers organes de la plante au point de vue de leur teneur en principe cyanogénétique, etc.

C'est ce principe que j'ai tenté d'isoler à l'état pur du *P. serrulata*, dans

(1) *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 451.

lequel les expériences de Guignard en démontraient la présence en proportion parfois relativement considérable; cette proportion peut en effet dépasser celle qu'on rencontre dans le Laurier-cerise, dont j'ai isolé antérieurement la prulaurasine ([1]).

540g de feuilles fraîches ont été détachées le 13 mars 1912 à l'aide de ciseaux d'un exemplaire de *P. serrulata* du Jardin de l'École supérieure de Pharmacie de Paris; il s'agissait de feuilles de l'année précédente, destinées à tomber dans un intervalle de temps plus ou moins rapproché et l'on n'a pris aucune des jeunes feuilles rougeâtres sortant des bourgeons en train de s'entr'ouvrir ([2]). Elles ont été traitées, *entières*, immédiatement après la récolte, par 5400^{cm^3} d'alcool à 85^c bouillant, pendant environ 20 minutes, en présence de 5g de carbonate de calcium précipité et bien lavé; après refroidissement et décantation du liquide, les feuilles ont été broyées, puis traitées de nouveau à l'ébullition par le même liquide, le premier traitement ayant eu seulement pour but d'en *fixer* la composition immédiate; on a laissé refroidir, exprimé et repris le marc par 2700^{cm^3} d'alcool à 85^c neuf. Les liqueurs alcooliques, séparées de ce dernier traitement, ont été réunies aux premières et toutes ont été distillées en présence de carbonate de calcium précipité et lavé; on a terminé sous pression réduite jusqu'à concentration en extrait mou. Celui-ci a été repris à chaud par 500^{cm^3} d'alcool à 95^c. Après 24 heures de refroidissement, la solution alcoolique a été filtrée, puis évaporée; l'extrait a été épuisé par l'éther acétique hydraté. Les liqueurs éthérées ont été évaporées, le résidu a été repris par de l'eau, et la solution aqueuse, agitée plusieurs fois avec de l'éther ordinaire, a été concentrée sous pression réduite jusqu'à obtention d'un extrait sec qui a été repris par l'éther acétique anhydre; la solution obtenue a été additionnée de 3^{vol} d'éther ordinaire sec qui a déterminé un trouble se résolvant en un faible précipité sirupeux. Les liqueurs éclaircies ont été complètement évaporées et le résidu repris plusieurs fois par du chloroforme bouillant qui, par refroidissement, a abandonné un produit cristallisé, incolore.

Ce produit, complètement séché à l'air, possède un point de fusion peu net mais, en tout cas, très supérieur à celui de la *prulaurasine*.

Le pouvoir rotatoire trouvé a été celui de l'*amygdonitrileglucoside :*

$$\alpha_D = -26°,43 \qquad (v = 25^{cm^3},\ l = 2,\ p = 0^g,2128,\ \alpha = -27' = -0°,45)$$

7^{cm^3} de solution ($\alpha = -27'$, $l = 2$), contenant $0^g,0595$ de produit, ont été additionnés de 1^{cm^3} de solution de baryte sensiblement normale au $\frac{1}{20}$. Après environ 20 minutes à la température ordinaire, la solution obtenue donnait $\alpha = -46'$ ($l = 2$); après 20 heures, on a trouvé $\alpha = -47' = -0°,783$, ce

(1) *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 959.

(2) Ces indications ne sont pas superflues; il n'est pas impossible, en effet, que la nature même du principe générateur d'acide cyanhydrique puisse varier d'une saison à l'autre.

qui correspond à un pouvoir rotatoire de $\alpha_D = \frac{-0,783 \times 8}{2 \times 0,0595} = -52°,63$, sensiblement égal à celui de la prulaurasine. Or, il est bien connu que l'amygdonitrileglucoside est isomérisé en prulaurasine par les alcalis très dilués.

$0^g,0993$ de produit traités à chaud par 2^{cm^3} d'acide chlorhydrique concentré ont fourni un corps cristallisé (acide phénylglycolique) qui, isolé par l'éther et redissous dans l'eau (10^{cm^3}), donnait une solution déviant à gauche le plan de la lumière polarisée ($\alpha = -36'$, $l = 2$). Le produit isomérisé préalablement par le baryte donnait également de l'acide phénylglycolique, mais ce dernier était inactif.

Enfin, sous l'influence de l'émulsine, le produit isolé du *Photinia* a été dédoublé en donnant de l'acide cyanhydrique, de l'aldéhyde benzoïque et du sucre réducteur; le dosage de ce dernier (évalué en glucose) indique une teneur égale à celle qu'on doit trouver dans l'amygdonitrileglucoside.

Tous les résultats qui précèdent montrent que le principe que j'ai isolé du *P. serrulata* n'est autre que ce dernier glucoside. C'est la troisième fois, à ma connaissance, que celui-ci est rencontré dans le règne végétal; il l'a été la première fois par moi-même dans le *Cerasus Padus* Delarb. (1) et, la seconde fois, par Power et Moore (2), dans l'écorce de *Prunus serotina* Ehr.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une illusion d'optique perçue au moment du clignement des yeux.* Note de M. L. **Bull**, présentée par M. Dastre.

Quand on regarde les roues d'une voiture en mouvement rapide dans la rue, on peut remarquer que les rayons des roues, invisibles en raison de leur vitesse, apparaissent nettement aux yeux par instants, en particulier au moment du clignement.

Ce phénomène s'observe plus aisément avec un disque noir de 30^{cm} environ de diamètre, sur lequel sont tracés une vingtaine de rayons blancs de 1^{cm} de large. Lorsque ce disque tourne à une vitesse de cinq ou six tours par seconde, il donne à l'observateur éloigné de quelques mètres une sensation d'un gris uniforme. Mais si l'on ferme brusquement les yeux, sans quitter le disque du regard, les rayons compris dans un secteur de grandeur

(1) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, (6), t. XXXVI, 1907, p. 194-198.

(2) *Pharm. Journ.*, 1909, p. 197.

différente suivant les personnes, laissent une impression parfaitement nette sur la rétine et paraissent concaves dans le sens de la rotation.

Afin de déterminer la cause de cette illusion, nous avons fait quelques expériences que nous exposons ici avec les résultats des observations.

Expériences. — Les deux yeux de l'observateur sont ouverts et le regard dirigé sur le centre du disque, mais l'œil gauche est masqué par un écran. Le disque tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. On ferme brusquement, mais sans effort exagéré, les deux yeux. Les rayons compris dans un secteur de 90° environ, situés à droite et en bas du disque par rapport à l'observateur, apparaissent nets et courbés.

Avec l'œil gauche on observe le même phénomène, celui de droite étant masqué; mais le secteur comprenant les rayons nets s'est déplacé de quelques degrés vers le bas du disque. La position de ce secteur varie légèrement d'ailleurs chez les différentes personnes. Chez un même sujet elle varie beaucoup, de 180° quelquefois, suivant l'orientation de la tête, la direction du regard étant maintenue constante.

Si l'on renverse le sens de rotation du disque, le secteur net se trouve reporté dans une position diamétralement opposée.

Avec l'œil en expérience à demi-fermé préalablement, l'illusion n'est pas perçue. Elle est la plus nette quand l'œil est grand ouvert au début.

Le clignement de l'œil qui est masqué par l'écran ne produit pas l'illusion avec l'autre maintenu constamment ouvert.

On n'observe rien d'analogue au moment de l'ouverture des yeux.

Ce phénomène ne peut être dû qu'à un déplacement de l'image du disque sur la rétine, produit par un mouvement de l'œil au moment du clignement. Nous avons pu vérifier ceci photographiquement à l'aide d'une méthode imaginée par Dodge ([1]), et constater en effet que, chaque fois que les yeux se ferment rapidement, soit par le clignement naturel, soit par un mouvement volontaire, les globes oculaires se déplacent. Ce mouvement se fait dans une direction qui dépend de l'orientation du regard par rapport à la position de la tête. Ce mouvement de l'œil donne lieu au même déplacement de l'image sur la rétine qu'une translation de l'objet en sens inverse du mouvement.

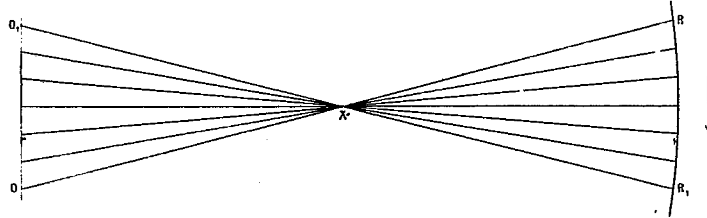
Une construction géométrique simple permet dès lors de se rendre

([1]) R. Dodge, *An experimental study of visual fixation* (Monograph supplement of the *Psychological Review*, t. VIII, novembre 1907). Baltimore, U. S.

compte comment le déplacement de l'image sur la rétine peut donner lieu à l'illusion.

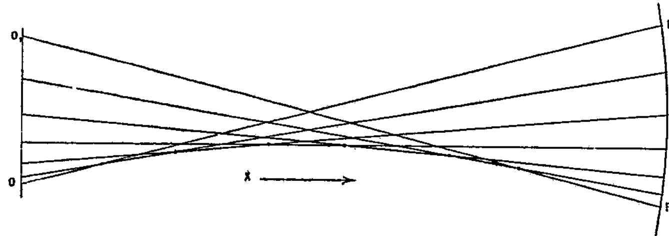
Soit OR (*fig.* 1) un rayon du disque, tournant à une vitesse constante autour du

Fig. 1.



point O dans le sens indiqué par la flèche. Si, en même temps, tout le rayon se déplace avec une vitesse, constante également, parallèlement à OO_1, et de bas en haut, par suite de la composition des deux mouvements, il se trouvera sur le rayon un point X dont la position restera fixe. Si la vitesse de translation de l'image sur la rétine était constante, ce point seul serait perçu nettement par les yeux. Mais l'œil, au moment du clignement, ne se meut pas avec une vitesse uniforme. Son mouvement, qui commence d'abord lentement, s'accélère progressivement jusqu'à l'occlusion. Dans ces conditions, le point X (*fig.* 2) se déplace suivant une courbe depuis le

Fig. 2.



centre de rotation jusqu'à l'autre extrémité du rayon. La persistance des images nous fait voir ce point sous la forme d'un trait immobile et courbé dans le sens de la rotation.

MÉDECINE. — *Essais de vaccination antityphique sur l'homme au moyen de vaccin sensibilisé vivant.* Note de M. **W. Broughton Alcock**, présentée par M. Metchnikoff.

Les expériences récentes faites par MM. Metchnikoff et Besredka (¹) sur

(¹) *Annales Institut Pasteur*, décembre 1911.

la vaccination antityphique chez les chimpanzés, ont montré l'intérêt qu'il y aurait à l'appliquer à l'homme. Il y a déjà 10 ans ([1]), M. Besredka a fait connaître le principe de la vaccination au moyen de virus sensibilisés; les premières vaccinations ont été faites avec les virus de la peste, du choléra et de la fièvre typhoïde; depuis, ce procédé a été étendu à la rage, la dysenterie, la tuberculose, la clavelée, aux streptococcies, etc.

Un certain nombre de personnes s'étant spontanément présentées pour être vaccinées contre la fièvre typhoïde, M. Besredka a bien voulu nous charger de faire les injections et d'étudier les réactions locales et générales qui s'ensuivent. Notre expérience a porté sur 44 sujets des deux sexes, d'âge et de poids très variables.

La première série porta sur 14 personnes qui reçurent 1^{cm^3} de culture de 24 heures, sur gélose fraîche peptonée, diluée au $\frac{1}{100}$. 8, 9 ou 10 jours après, seconde injection de 2^{cm^3} de la même dilution. La réaction locale fut insignifiante; il n'y eut pas de douleur spontanée, pas d'élévation de la température; dès le jour même de l'inoculation les sujets purent vaquer à leurs occupations sans la moindre gêne.

La deuxième série porta sur 10 individus qui reçurent d'abord 1^{cm^3} de la même dilution, puis, 9 jours plus tard, 3^{cm^3}; avec ces doses plus fortes, un facteur sembla intervenir, le poids du sujet. La réaction est, toutes choses égales d'ailleurs, fonction du poids et pas de l'âge : elle se traduit, chez les individus de petite taille et de poids léger, par un érythème large comme une pièce de 5 francs au niveau du point d'inoculation; mais, dans aucun cas nous n'eûmes à constater de réaction générale, ni de tuméfaction de ganglions. Dans cette deuxième série, deux des sujets avaient eu, 5 ans auparavant, une attaque de fièvre typhoïde : leur réaction fut exactement comparable aux autres.

Enfin, la dernière série porta sur 20 personnes qui reçurent, une première fois, 2^{cm^3} de vaccin, puis, 8, 9 ou 10 jours après, 3^{cm^3}. L'intervalle entre la première et la deuxième inoculation ne sembla pas avoir d'importance. Dans cette dernière série où la quantité injectée de microbes fut un peu plus élevée qu'avant, tous les cas donnèrent une légère réaction locale, variant seulement avec le poids du sujet, et du même ordre que les réactions précédemment observées, avec cependant quelque céphalée dans deux cas et une sensation de fatigue générale. Une femme de très petite taille eut, pendant 2 jours, une légère élévation de température (38°). Aucun

([1]) *Comptes rendus*, 2 juin 1902.

des sujets injectés n'a cessé à aucun moment de vaquer à ses occupations.

Nous avons pu constater que la réaction locale était moins accentuée quand nous nous servions de bacilles qui étaient cultivés sur gélose sans peptone.

Pour avoir un terme de comparaison, nous avons injecté à quatre personnes du vaccin que le lieutenant-colonel Leishmann a eu l'obligeance de nous envoyer. Dans tous ces cas, nous avons pu constater les symptômes qu'il a décrits lui-même, c'est-à-dire une légère élévation de la température après la première injection, un érythème douloureux durant 2 jours environ, le tout accompagné d'une sensation générale de fatigue et de céphalée.

Dans tous les cas qui précèdent, nous avons étudié les réactions humorales dans le sérum des sujets vaccinés.

Avec le vaccin de Leishmann, 8 jours après la première injection, le sang possède un pouvoir agglutinant très marqué, il y a fixation du complément; le pouvoir phagocytaire examiné suivant la méthode de Klein, est très élevé.

Avec le vaccin sensibilisé, le pouvoir agglutinant n'existe pas, ou quand il existe il ne dépasse pas $\frac{1}{50}$, même après la deuxième injection; il n'y a pas de fixation de l'alexine; en revanche, l'index opsonique, c'est-à-dire le pouvoir phagocytaire, est plus élevé qu'avec le vaccin de Leishmann. On sait d'ailleurs aujourd'hui que ni la réaction agglutinante, ni la réaction de la fixation ne sont des indices de l'immunité.

En nous basant sur nos observations, nous pouvons dire que la dose optima, en première injection, pour une personne de taille moyenne, est de 1^{cm^3} de dilution à 1 pour 100 de culture de 24 heures sur gélose fraîche sans peptone. La seconde injection, faite 8 jours plus tard, doit comporter une dose double.

Nous avons fait les inoculations sous la peau, tantôt au bras, tantôt au niveau de la paroi abdominale; cette dernière voie est préférable, la résorption s'y faisant plus vite; dans ce dernier cas, on injecte le vaccin dans la profondeur du tissu sous-cutané.

La dose de 1^{cm^3}, faite en première injection, correspond à environ 500 millions de microbes sensibilisés vivants; c'est la dose qui fixe jusqu'à 0,1 d'alexine titrée, la culture de 24 heures étant diluée à $\frac{1}{100}$.

Les expériences de MM. Metchnikoff et Besredka sur les chimpanzés ont montré que la vaccination au moyen des bacilles sensibilisés vivants est le procédé qui confère le plus sûrement l'immunité à l'égard de la fièvre typhoïde et cela au prix d'une réaction minime. Nos observations sur l'homme démontrent l'innocuité absolue de ce vaccin sensibilisé; elles montrent, en plus, que ce vaccin, quoique vivant, provoque, à dose égale,

une réaction générale et locale plus faible que le vaccin constitué par des microbes morts.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la vaccination anticlaveleuse par virus sensibilisé.* Note de MM. **J. Bridré** et **A. Boquet**, présentée par M. Emile Roux.

Nous avons établi (¹) la possibilité de donner aux ovins une immunité active, précoce et durable contre la clavelée par l'injection sous-cutanée de virus sensibilisé. Nos expériences ont été poursuivies dans le but de connaître les effets de la vaccination dans les différentes conditions de la pratique et nous pouvons, dès à présent, ajouter à nos premières conclusions les constatations suivantes :

1° La réaction locale, consécutive à l'injection de vaccin, varie avec l'âge de l'animal; très faible ou imperceptible chez l'agneau de lait, la lésion est plus accusée et plus constante chez l'agneau de 8 à 10 mois et elle atteint son maximum d'intensité chez l'adulte.

L'injection vaccinale détermine parfois, sur les adultes, un œdème assez volumineux qui disparaît en 2 ou 3 jours, laissant une tumeur dure qui se résorbe lentement. Exceptionnellement (5 cas sur 1500 vaccinations), l'œdème gagne le derme et soulève l'épiderme qui se mortifie comme dans le cas de brûlure superficielle et forme une croûte mince de couleur jaune brun. Trois de ces croûtes prélevées et inoculées (7, 11 et 26 jours après le début de la réaction) ne se sont pas montrées virulentes.

2° L'absence de réaction locale apparente n'indique pas que l'animal soit réfractaire. Chez des animaux sûrement réceptifs, et principalement sur des agneaux, l'immunité active peut s'établir sans réaction locale appréciable.

3° Chez l'animal réceptif, la vaccination amène, le quatrième ou le cinquième jour, une réaction thermique qui dépasse rarement 1°,5 (l'injection comparative de virus non sensibilisé provoque des réactions qui atteignent 2°,7). L'intensité de la réaction thermique n'est pas toujours en rapport avec celle de la réaction locale.

4° Quelle que soit l'importance de la réaction locale, les animaux vaccinés peuvent être laissés en contact avec des animaux non immunisés sans danger de contamination pour ceux-ci.

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 15 janvier 1912, p. 144.

5° La vaccination peut être pratiquée sur tous les sujets d'un troupeau : 1200 brebis pleines ou suitées ont été vaccinées sans qu'on ait observé ni un avortement ni un arrêt de la lactation.

6° Pratiquée sur des animaux en incubation de clavelée, la vaccination ne paraît pas influencer l'évolution de la maladie naturelle ou expérimentale. Elle est donc indiquée en milieu contaminé où son application a pour résultat immédiat l'arrêt de l'épizootie.

7° De nos expériences les plus récentes il ressort que la durée de l'immunité conférée par la vaccination est au moins supérieure à 5 mois.

8° Enfin, le vaccin offre une assez grande résistance à la chaleur : en tubes scellés et placés, 6 heures par jour, à 35° pendant 6 jours et, dans l'intervalle, à 24°-26° (en tout 36 heures 30 minutes à 35° + 115 heures à 24°-26°), il conserve son activité.

Conclusion. — La vaccination anticlaveleuse par virus sensibilisé présente toutes les garanties de sécurité et d'efficacité qu'on est en droit d'exiger d'une bonne méthode prophylactique. Son application dans les pays où, comme en Algérie, la clavelée règne à l'état enzootique, aurait pour résultat immédiat la limitation des foyers claveleux et, pour conséquence plus éloignée, la disparition de la maladie.

HYGIÈNE. — *Nouvelles expériences sur l'épuration bactériologique des huîtres en eau filtrée.* Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. Henneguy.

Diverses améliorations de détail ayant été apportées au bassin de stabulation en circuit fermé dont j'ai donné antérieurement la description (5 février 1912), j'ai, depuis lors, à deux reprises, effectué une série d'analyses portant sur des prélèvements journaliers de 10 huîtres dans chacun des compartiments de l'appareil. Le Tableau ci-après donne le résultat des 360 analyses effectuées au cours de la deuxième série, pendant le temps nécessaire à l'épuration des six compartiments.

Il est intéressant de remarquer que la contamination initiale moyenne de 46,6 pour 100 s'abaisse très brusquement dès le second jour à 21,6 pour 100, pour diminuer ensuite plus lentement et arriver à 0, dans tous les cas examinés, dès le 4e jour. Ce fait vient à l'appui de mes observations antérieures (24 octobre et 7 novembre 1910), portant sur le temps nécessaire à l'éviction complète du contenu intestinal des huîtres en eau filtrée et sur la

prépondérance de ce facteur de contamination par rapport à l'infection de la cavité palléale à peu près seule envisagée jusqu'ici.

Sans préjuger de l'application industrielle du bassin de stabulation en circuit fermé, on est en droit, cependant, de s'autoriser des résultats qu'il a donnés jusqu'à présent pour affirmer que la mise en pratique, sur le littoral, de l'épuration bactériologique des huîtres par la stabulation en eau de mer naturelle filtrée, ne saurait soulever la moindre difficulté. Le problème est, en effet, dans ce cas, identique au premier mais beaucoup plus simple et de réalisation moins délicate.

Dans le Bassin N°	Sur 10 tubes ayant reçu chacun le liquide provenant de la dissociation d'une huître on en a trouvé, après 48 heures d'incubation à 40°, la proportion ci-dessous donnant la réaction du B. Coli :									
	Mardi 23 Avril	Mercr. 24 Avril	Jeudi 25 Avril	Vendr. 26 Avril	Sam. 27 Avril	Dim. 28 Avril	Lundi 29 Avril	Mardi 30 Avril	Mercr. 1er Mai	Jeudi 2 Mai	Vendr. 3 Mai
1 contenant 570 huîtres	avant stabulation 7	1	1	1	0	0					
2 contenant 620 huîtres		avant stabulation 6	2	0	1	0	0				
3 contenant 630 huîtres			avant stabulation 3	2	0	0	0	0			
4 contenant 646 huîtres				avant stabulation 5	3	2	0	0	0'		
5 contenant 670 huîtres					avant stabulation 4	2	1	0	0	0	
6 contenant 670 huîtres						avant stabulation 3	3	2	0	0	0

L'analyse du cinquième jour dans le quatrième bassin a donné un tube fluorescent, sans gaz ni virage. Un ensemencement ultérieur n'a pas donné de culture.

Bien qu'exigeant plus de soins et une surveillance attentive, le bassin de stabulation en circuit fermé nous paraît cependant appelé à rendre des services, soit comme procédé d'épuration, soit comme régulateur de consommation.

Grâce à d'heureuses modifications, portant sur l'élimination des déchets et sur la circulation de l'eau, nous y maintenons constamment aujourd'hui environ 4000 huîtres sans mortalité appréciable (3 ou 4 pour 1000). L'eau artificielle, fabriquée dans le courant de janvier, n'en a jamais été renouvelée et présente la même limpidité qu'au début et la même pureté au point

de vue des matières organiques, en dépit de plusieurs accidents survenus au cours des premières expériences et provenant toujours d'arrêts ou de ralentissements de l'appareil de circulation. Tout au plus reste-t-il à vaincre quelques préventions concernant l'appréciation commerciale des produits et dont certaines méritent de retenir l'attention et d'inspirer de nouvelles recherches portant sur les modifications chimiques du milieu.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de l'émulsine sur la gentiopicrine en solution dans divers liquides organiques neutres.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

Nos recherches concernant l'action hydrolysante de l'émulsine sur la gentiopricrine en milieu alcoolique ([1]) ont établi que cette action peut s'exercer non seulement lorsque l'alcool est assez étendu d'eau pour dissoudre le ferment (de 0 à 50^c), mais encore lorsque l'alcool, plus concentré, n'en dissout pas trace (de 60^c à 95^c). Les mêmes faits ont été observés avec un autre glucoside, la salicine ([2]).

Il résulte de là que la réaction fermentaire a lieu par simple contact, puisqu'une dissolution de l'enzyme n'est pas nécessaire. Aussi avons-nous pensé que l'hydrolyse d'un glucoside par l'émulsine pourrait être obtenue dans des liquides neutres autres que l'eau et l'alcool, à la condition que le glucoside pût s'y dissoudre et que le dissolvant renfermât la quantité d'eau indispensable à la réaction.

C'est ainsi que nous avons été amenés à essayer, comme véhicules, l'alcool méthylique et l'acétone qui sont miscibles à l'eau et qui ne dissolvent l'émulsine que lorsqu'ils sont assez fortement dilués; puis l'éther acétique, qui n'est pas miscible à l'eau dont il dissout de faibles proportions ($\frac{1}{30}$ à saturation à froid) et qui, même lorsqu'il est saturé d'eau, ne dissout pas le ferment. L'alcool méthylique ayant donné des résultats assez analogues, dans leur ensemble, à ceux que nous avions obtenus avec l'alcool ordinaire, nous ne résumerons ici que les recherches dans lesquelles nous avons employé l'acétone et l'éther acétique.

I. Recherches effectuées avec l'acétone. — Ces recherches ont été faites avec de l'acétone pure et avec des acétones de plus en plus diluées.

([1]) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. IV, 1911, p. 385.

([2]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 944.

Comme dans nos recherches antérieures, nous avons institué deux séries d'essais : les uns avec l'émulsine en poudre, les autres avec une macération d'émulsine dans les liquides acétoniques.

A. *Émulsine en poudre.* — Pour chaque essai, on a fait dissoudre 1g de gentiopicrine dans 100cm³ de liquide acétonique, ajouté 0g,20 d'émulsine et abandonné le mélange à la température du laboratoire (17° à 20°). Les hydrolyses ont été suivies au polarimètre jusqu'à *l'arrêt de la réaction*. Au départ, la rotation ($l=2$) était pour tous les essais — 3° 56′. Le Tableau ci-dessous donne la composition des divers liquides acétoniques, et, pour chacun d'eux, la durée de la réaction et la rotation finale observée :

	Composition en poids des liquides.		Durée approximative de l'hydrolyse.	Rotation à l'arrêt de l'hydrolyse.
	Acétone.	Eau.		
1.........	100	0	Pas d'action hydrolytique	—3°.56′
2.........	90	10	15 jours	—3.24
3.........	80	20	36 »	—1. 4
4.........	70	30	40 »	+ 10
5.........	60	40	37 »	+ 30
6.........	50	50	21 »	+ 30
7.........	40	60	12 »	+ 30
8.........	30	70	5 »	+ 30
9.........	10	90	2 »	+ 30

On voit que, dans l'acétone pure, l'émulsine est restée sans action; que, dans les acétones 2, 3 et 4, l'hydrolyse de plus en plus forte n'a pas atteint la totalité du glucoside et que, pour tous les autres essais, l'hydrolyse a été complète.

Un fait important a attiré notre attention : dans tous les essais où la réaction est allée jusqu'au bout, on a vu la gentiogénine cristalliser abondamment. Ce produit, insoluble dans l'acétone étendue, s'élimine donc au fur et à mesure de sa formation, ce qui fait que, comme dans l'eau, l'hydrolyse peut être complète. Nous avons retrouvé, mais sous une autre forme, le même phénomène avec l'éther acétique.

B. *Macération d'émulsine.* — On a fait macérer pendant 8 jours de l'émulsine dans les différents liquides acétoniques (0g,20 pour 100cm³). On a filtré et, à 100cm³ de chacun des liquides, on a ajouté 1g de gentiopicrine. On a opéré ensuite comme ci-dessus.

Il n'y a pas eu d'hydrolyse dans les liquides 1 à 6, ce qui démontre que jusqu'à une teneur de 50 pour 100 d'eau au moins, l'acétone ne dissout pas d'émulsine. Avec les autres liquides, la proportion de gentiopicrine dédou-

blée a été de plus en plus élevée, sans pourtant qu'on ait atteint la totalité du glucoside dissout.

II. Recherches effectuées avec l'éther acétique. — On s'est servi d'éther acétique sec et de ce même éther additionné de proportions croissantes d'éther acétique saturé d'eau à froid. Comme ci-dessus, on a fait deux séries d'essais.

A. *Émulsine en poudre.* — Même mode opératoire qu'avec l'acétone, les mélanges renfermant, pour 100^{cm^3}, $0^g,50$ de gentiopicrine et $0^g,10$ d'émulsine. Rotation au départ $-2°$.

	Composition en poids des liquides.			
	Éther sec.	Éther hydraté.	Durée de l'hydrolyse.	Rotation à l'arrêt de l'hydrolyse.
1..........	100	0	Pas d'action hydrolytique	»
2..........	0	100	2 jours	0
3..........	80	20	10 »	0
4..........	50	50	4 »	0
5..........	20	80	3 »	0

Ainsi, pas d'action dans l'éther sec, tandis que pour tous les autres essais, la rotation s'est arrêtée à 0, fait qui nous a d'abord surpris, mais qui indique, comme nous l'avons vérifié, qu'il n'y a plus de substance active sur la lumière polarisée dans la solution et que, par conséquent, l'hydrolyse est complète. Ici, à l'inverse de ce que nous avons vu dans l'acétone, c'est le produit actif, le glucose, qui est insoluble et qui se précipite, ce qui permet ainsi à la réaction d'aller jusqu'au bout.

B. *Macération d'émulsine.* — Les macérations d'émulsine dans les différents éthers acétiques ont été faites comme les macérations dans les acétones. Mais, avec aucune d'elles, on n'a obtenu d'hydrolyse, ce qui montre que le ferment est insoluble même dans l'éther acétique saturé d'eau.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Décomposition de la glycérine par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Victor Henri** et **Albert Ranc**, présentée par M. Dastre.

Dans une série de recherches dont les résultats ont été antérieurement publiés, nous avons étudié avec M. Bierry l'action des rayons ultraviolets

émis par la lampe à mercure en quartz de 110 volts, sur les sucres et leurs principaux dérivés (*Comptes rendus*, 25 juillet 1910).

Nous avons continué ces études en apportant à notre technique deux importantes modifications : 1° la source de rayons ultraviolets a été très fortement augmentée par l'emploi de lampes à mercure extrêmement puissantes; 2° l'analyse des réactions produites a été poussée plus loin par l'étude quantitative des spectres d'absorption dans l'ultraviolet faite au moyen d'un spectrographe. D'autre part, nous avons mesuré l'acidité réelle de nos liquides d'expériences à l'aide de la méthode électrométrique et nous avons déterminé leur richesse en ions par la mesure de la conductivité électrique.

Précédemment nous avons montré que la glycérine, exposée aux rayons ultraviolets produits par la lampe à mercure de 110 volts, se transforme, en partie, en aldéhyde glycérique et devient nettement acide au tournesol (*Comptes rendus*, 27 février 1911).

En augmentant considérablement l'intensité du rayonnement ultraviolet, et surtout, en additionnant la glycérine de photocatalysateurs ou de peroxyde d'hydrogène, il se produit une réaction de décomposition qui remplace ou tout au moins se superpose à la réaction d'oxydation ménagée que nous avions décrite.

Technique. — Nos expériences ont été faites avec des solutions de glycérine pure dans l'eau distillée à la concentration de 10 pour 100. Les liquides à irradier étaient placés dans des ballons de quartz de 50^{cm^3} à 200^{cm^3} maintenus à environ 10^{cm} d'une lampe à mercure.

Les lampes que nous avons utilisées sont des lampes à mercure en quartz dont le rendement en rayons ultraviolets est environ 50 fois plus fort que celui d'une lampe en quartz de 110 volts.

Avec cette nouvelle source de rayons ultraviolets, les durées d'expositions sont considérablement diminuées.

Après chaque expérience les liquides furent analysés comparativement à des liquides témoins conservés le même temps à l'abri de la lumière.

Nous avons photographié les spectres d'absorption de ces solutions à l'aide d'un spectrographe en quartz, en faisant varier les épaisseurs de liquide et les durées de pose. Nous nous sommes servis de l'étincelle de fer et nous avons établi l'absorption en valeur absolue pour différents groupes de raies de l'ultraviolet. Le coefficient d'absorption k a été calculé d'après la formule $J' = J.10^{-kd}$, l'épaisseur d étant exprimée en centimètres.

Les mesures de l'acidité réelle, c'est-à-dire la concentration en ions hydrogène des solutions, furent faites en collaboration avec M. Wurmser, en mesurant les forces électromotrices de piles à électrodes d'hydrogène.

L'étude chimique a été faite à l'aide des réactions de Trillat, de Legal, de Lewin et par l'examen du pouvoir réducteur et des combinaisons hydraziniques.

Action des rayons ultraviolets d'une lampe à mercure en quartz de 500 volts sur la glycérine à 10 pour 100 à la température de 80°. — Les liqueurs, après 5 heures d'exposition, sont légèrement colorées en jaune. Elles possèdent l'odeur de l'aldéhyde formique, qu'on peut mettre en évidence par la réaction de Trillat et du bisulfite de rosaniline sulfurique. A côté du méthanal, il existe d'autres corps à fonction aldéhydique. En effet : 1° ces liquides donnent la réaction de Legal; 2° après combinaison avec la pipéridine, on obtient par addition de nitroprussiate une coloration bleue qui nous permet de croire à la présence d'aldéhyde propionique, d'acroléine ou d'aldéhyde éthylique (réaction de Lewin).

Actions combinées des rayons ultraviolets et de l'eau oxygénée. — Si l'on irradie dans les mêmes conditions la glycérine additionnée d'eau oxygénée, on observe les mêmes réactions de décomposition avec une intensité beaucoup plus forte. Déjà, avec la lampe de 110 volts, on obtient nettement le méthanal en présence d'eau oxygénée. Les flacons témoins ne présentent pas ces réactions.

L'étude quantitative de la conductivité électrique, de l'acidité et des spectres d'absorption montre que l'action des rayons ultraviolets est proportionnelle à la quantité de H^2O^2.

Voici les chiffres obtenus dans une expérience :

		Glycérine 10 pour 100				
		témoin.	exposée 6 heures.	$+\frac{1}{500}$ H^2O^2, exposée 6 heures.	$+\frac{1}{100}$ H^2O^2, exposée 6 heures.	$+\frac{1}{20}$ H^2O^2, exposée 6 heures.
Conductivité électr. $\times 10^6$...		45	256	289	637	1732
Concentration en ions H....		$10^{-3,30}$	$10^{-2,71}$	$10^{-2,53}$	$10^{-2,15}$	$10^{-1,83}$
Coefficient d'absorption pour λ =	2250...	0,24	»	»	»	»
	2320...	0,16	»	»	»	»
	2330...	»	6,16	8,0	11,0	»
	2470...	»	4,76	4,7	9,5	22,0
	2570...	»	4,7	4,4	8,0	19,0
	2800...	»	3,56	3,56	6,0	16,0
	2980...	»	2,6	2,4	3,2	9,5
	3130...	»	1,2	1,8	2,4	6,0
	3400...	»	0,6	1,8	1,8	2,4

Conclusions. — La molécule de glycérine sous l'influence de rayons ultraviolets, émis par une lampe en quartz très puissante, se dégrade très vite jusqu'à la production d'aldéhyde formique, d'acides et d'autres produits à fonction aldéhydique.

L'eau oxygénée renforce d'une façon très nette cette dégradation.

Cette activation est proportionnelle à la quantité d'eau oxygénée.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les derniers grands tremblements de terre de Céphallonie-Zante.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Bigourdan.

Le 24 janvier 1912, vers 6^h du soir (t. m. d'Athènes), un tremblement de terre a ébranlé presque toute la Grèce et dévasté, en partie, les deux îles ioniennes Céphallonie et Zante; quelques villages de ces îles, situés au sud de la première et au nord de la seconde, ont été, en grande partie, ruinés.

L'île de Zante qui, comme on sait, tremble presque constamment, souffre de temps à autre, trop souvent malheureusement, de sismes désastreux; le tremblement de terre de cette année était encore très violent, mais pas autant que l'avant-dernier, qui le matin du 17 avril 1893 a presque complètement ruiné les villages situés au sud de cette île, et tué 23 personnes.

Le sisme du 24 janvier 1912 fut enregistré à l'Observatoire d'Athènes par nos deux sismographes, dont l'un est un pendule conique bifilaire Mainka (masse 136^{kg}) et l'autre un pendule vertical Agamemnone (masse 200^{kg}). Voici l'analyse du sismographe Mainka avec les symboles adoptés actuellement et en temps moyen civil de Greenwich :

Phase.	Heure.	Période.	Amplitude A_{NE}.	Amplitude A_{NW}.
	h m s	s	mm	mm
*i*P	16.23.27	3	2	1,5
*i*L	16.23.55	6	20	22
M_1	16.24.27		52	54
M_2	16.24.27		51	58
C_1	16.26. 7		39	29
F	16.43.27			

A_{NE}....... $T_0 = 8^s$, $\varepsilon = 5$, $\frac{r}{T_0^2} = 0,020$

A_{NW}....... $T_0 = 7^s$, $\varepsilon = 5$, $\frac{r}{T_0^2} = 0,015$

A Argostolion on a senti deux secousses consécutives très fortes (9, échelle Rossi-Forel), de direction SE-NW, d'une durée de 4 secondes et accompagnées d'un bruit souterrain ressemblant aux cliquetis de la ferraille. A Zante on a constaté trois secousses ondulatoires très fortes (9), provenant du Nord, d'une durée de 13 secondes, et accompagnées aussi d'un bruit souterrain.

Les secousses du sisme du 24 janvier 1912 ne se sont pas propagées très loin de l'épicentre avec une grande intensité, et la zone de destruction s'est limitée près de ce lieu; car, tandis que les villages du nord de Zante ont subi des dégâts importants, ceux du sud ont simplement senti les secousses sans aucun autre résultat; de même, tandis que les villages du littoral sud-est de Céphallonie furent presque complètement ruinés, ceux du nord de cette même île n'ont point été endommagés. D'ailleurs ce sisme, qui fut désastreux surtout en Céphallonie, n'a pas été bien sensible sur toute la Grèce; il a été assez fort (6) à Patras et à Missolonghi; très faible (2) à Athènes et, en général, sur la Grèce orientale, enfin insensible sur les îles de la mer Égée. De même, le grand sisme de Zante du 17 avril 1893 était relativement très limité en étendue; il a été faible même à Patras et à Céphallonie, sans y produire aucun dégât. Au contraire, d'autres sismes, observés jusqu'ici dans plusieurs points de la Grèce, ont fortement ébranlé une étendue de sa surface beaucoup plus considérable; ainsi, par exemple, celui de Cythère, du 11 août 1903, non seulement a secoué assez sensiblement toute la Grèce, mais il a produit même des dégâts à Sparte, à Corinthe et à Santorin.

Les dégâts les plus importants produits par le sisme du 24 janvier 1912 furent constatés à Céphallonie, dans la commune de Prones, dont les villages Asprogéraka et Scala furent presque complètement ruinés; à Asprogéraka, d'après les effets mécaniques observés, les secousses seraient presque verticales. Les villages Aniata et Voltes de cette même commune, ainsi que ceux de Mavrata, Chionata, Valériani, Kalélion, Pessades et Spartia sont fortement endommagés, mais moins que les premiers. Sept personnes furent tuées à Asprogéraka et plus de 40 personnes sont blessées dans les communes de Prones et Elion.

A Zante le sisme a été moins violent qu'à Céphallonie; dans les village nord-est de cette île on a constaté des dégâts assez importants, mais sans victimes. Quelques dégâts ont été observés aussi à l'île d'Ithaque, et de plus légers aux villes de Patras et de Missolonghi.

A Argostolion deux crevasses se sont produites sur le quai du port, larges de 5^{mm} à 10^{mm} et longues l'une de 110^{m} et l'autre de 70^{m}; à Zante on a observé sur la route littorale un petit affaissement du sol sur une longueur d'environ 20^{m}.

La durée de la première phase préliminaire (28^{s}) nous a donné, au moyen des *Tables Wiechert et Zoeppritz*, comme *distance épicentrale* d'Athènes, 250^{km}; la position de l'épicentre, près du littoral sud-est de Céphallonie, déduite de nos courbes isosistes, établies avec les observations directes bien nombreuses envoyées à l'Observatoire d'Athènes de tous les points de la Grèce par nos observateurs, coïncide exactement avec celle qui résulte de la distance calculée ci-dessus et la direction indiquée par nos sismogrammes.

Pour avoir la *vitesse* de propagation des ondes préliminaires, nous avons comparé les heures (t. m. c. de Greenwich) du début de la première phase (P) enregistrée par les sismographes de quelques lieux de la Terre et contenues, avec les distances épicentrales, dans le Tableau suivant :

Lieux.	Dist. épic.	Début.
	km	h m s
Athènes	250	16.23.27
Rome	810	16.25. 5
Vienne	1160	16.25.47
Jugenheim	1585	16.26.40
Hambourg	1900	16.27.18

Dans ce Tableau on déduit les vitesses suivantes :

Rome-Athènes .... $\frac{810^{\text{km}} - 250^{\text{km}}}{98} = 5^{\text{km}},71$ par seconde

Vienne-Athènes .... $\frac{1160^{\text{km}} - 250^{\text{km}}}{140} = 6^{\text{km}},50$ »

Jugenheim-Athènes..... $\frac{1585^{\text{km}} - 250^{\text{km}}}{193} = 6^{\text{km}},92$ »

Hambourg-Athènes..... $\frac{1900^{\text{km}} - 250^{\text{km}}}{231} = 7^{\text{km}},14$ »

Hambourg-Vienne...... $\frac{1900^{\text{km}} - 1160^{\text{km}}}{91} = 8^{\text{km}},13$ »

Hambourg-Jugenheim.. $\frac{1900^{\text{km}} - 1585^{\text{km}}}{38} = 8^{\text{km}},29$ »

On voit donc par là, une fois de plus, que la vitesse de propagation des ondes préliminaires augmente constamment avec la distance épicentrale.

Outre la violence de son commencement, ce sisme se distingue surtout par la grande et longue série de ses fortes secousses suivantes; depuis *trois mois* déjà les fortes secousses n'ont pas cessé d'ébranler et de compléter les ruines des villages dévastés. Parmi ces secousses la plus violente est celle du 25 janvier 1912, dont le début fut enregistré à $19^{\text{h}}53^{\text{m}}3^{\text{s}}$ (t.m.c. Greenwich) par notre sismographe Mainka à l'Observatoire d'Athènes; elle était un peu plus faible que celle de la veille, mais assez forte pour compléter l'effet désastreux de la première; depuis nous avons encore une trentaine de secousses, plus ou moins fortes, enregistrées à Athènes. Les deux dernières observées les 19 et 21 avril, étaient assez fortes (7) à Argostolion et ont produit de nouveaux dégâts dans les villages dévastés.

M. **Darget** adresse une nouvelle Communication relative aux *Rayons vitaux*.

(Renvoi à l'examen de MM. d'Arsonval et Dastre.)

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 avril 1912.

Inauguration du monument de J. de Romas; Nérac, 22 *octobre* 1911. (Extr. des *Actes de l'Académie de Bordeaux*.) 1 fasc. in-8°.

Opere matematiche del marchese Giulio Carlo de Toschi di Fagano, pubblicate sotto gli auspici della Societa italiana per il progresso delle Scienze, dai Soci V. Volterra, G. Loria, D. Gambioli; t. I-III. Milan, Rome, Naples, 1912; 3 vol. in-8°. (Hommage de M. Volterra.)

Description physique de l'île de Délos; 1re Partie, par Lucien Cayeux. (*Exploration archéologique de Délos*, faite par l'École française d'Athènes, publiée sous la direction de Théophile Homolle et Maurice Holleaux; fasc. IV [1].) Paris, Fontemoing et Cie, 1911; in-4°. (Présenté par le prince Roland Bonaparte.)

Esquisse géologique du bassin de la Seybouse et de quelques régions voisines, par Joseph Blayac; avec 6 planches hors texte et 53 figures. Alger, Jourdan, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Douvillé.)

Laennec avant 1806 : *Quimper*, *Nantes*, *Paris*, 1781-1805, d'après des documents inédits, par Alfred Rouxeau. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

De l'embaumement avant et après Jésus-Christ, par Louis Reutter. Paris, Vigot frères; Paris et Neuchâtel, Attinger frères, s. d.; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. Ph. van Tieghem.)

Institut de France. Académie des Sciences. Concours de 1913. *Prix Fanny Emden* (3000fr) : Prix biennal, destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 fasc. in-4°.

Observations océanographiques et météorologiques dans l'océan Indien : juin,

juillet, août, 1856-1908. Tableaux et planches. Utrecht, Kemink et fils, 1911; 1 vol. in-4° et 1 fasc. in-4° oblong. (Offert par l'Institut météorologique royal des Pays-Bas.)

Étude critique sur la méthode de prévision du temps de Guilbert, par P.-H. Gallé. (*Institut météorologique royal des Pays-Bas;* n° 102.) Utrecht, Kemink et fils, 1912; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh; session 1911-1912; t. XXXII, part I. Édimbourg, 1912; 1 fasc. in-4°.

Bulletin of the Bureau of Standards; t. VIII, n° 1, january 1, 1912. Washington, 1912; 1 vol. in-8°.

The Journal of tropical veterinary Science; t. VII, n° 1. Calcutta, 1912; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 mai 1912.

Mémoires de Lithologie marine, par J. Thoulet. (*Annales de l'Institut océanographique;* t. III, fasc. 7.) Paris, Masson et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°.

Communications préliminaires sur le limon Hesbayen, par Max Lohest et Charles Fraipont. (Extr. des *Annales de la Société géologique de Belgique;* t. XXXIX, Bulletin.) Liége, Vaillant-Carmanne, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Sous la Peña Montañesa (Haut-Aragon, Espagne), par Lucien Briet. (*Spelunca :* Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; t. VIII, n° 66.) Paris, au siège de la Société, 1911; 1 fasc. in-8°.

De la toxicité des arsénos employés en thérapeutique, par M. A. Mouneyrat. (Extr. des *Comptes rendus*, t. 154, p. 284; séance du 29 janvier 1912.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Nouveaux dérivés sulfurés permettant d'administrer les arsénos sous forme soluble, par voie intramusculaire ou sous-cutanée. Cause de la toxicité du dioxydiaminoarsénobenzol, par A. Mouneyrat. (Extr. du *Journal de Médecine interne*, 10 février 1912.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Table décennale des matières contenues dans les Volumes du « Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale », 1901 *à* 1910 *inclusivement.* Paris, au siège de la Société, 1912; 1 fasc. in-4°.

Codex alimentarius austriacus; Band II. Vienne, 1912; 1 vol. in-4°.

Twenty-seventh annual Report of the Bureau of animal industry, for the year 1910. Washington, Government printing Office, 1912; 1 vol. in-8°.

Report of the eightieth meeting of the British Association for the Advancement of Science : Portsmouth, 1911, *august* 31-*september* 7. Londres, 1912; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Imperial Earthquake investigation Committee: t. VI, n° 1. Tokyo, mars 1912; 1 vol. in-8°.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 6 Mai 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

PRÉSENTATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 19.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 20 (13 Mai 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLASTICITÉ. — *Sur la flexion d'une poutre encastrée.* Note de M. **Lecornu.**

Les hypothèses admises dans la théorie de la résistance des matériaux fournissent pour l'expression de la flèche f d'une poutre horizontale de longueur l, encastrée à l'une de ses extrémités, la formule bien connue

$$f = \frac{Pl^3}{3EI}, \tag{1}$$

dans laquelle on désigne par E le coefficient d'élasticité, par I le moment d'inertie de la section droite, par P la force appliquée verticalement à l'extrémité libre. (Je me borne au cas où l'on néglige, en présence de P, l'influence du poids de la poutre.)

Le même problème peut être traité mathématiquement par la méthode due à de Saint-Venant. En supposant, pour simplifier, que la poutre présente deux plans de symétrie, l'un vertical, l'autre horizontal, passant par la fibre moyenne, le calcul développé par Clebsch [1] conduit à la formule un peu différente

$$f = \frac{P}{EI}\left(\frac{l^3}{3} + cl\right). \tag{2}$$

La constante c dépend de la forme de la section et Clebsch en conclut

[1] *Théorie de l'élasticité des corps solides de Clebsch*, traduite par MM. Barré de Saint-Venant et Flamant avec des notes étendues de M. de Saint-Venant. Paris, 1881.

que la flexion varie avec cette forme. Il accorde, toutefois, que le terme cl est sans grande influence, parce que la constante c est petite et parce que, de plus, on considère toujours des pièces très allongées pour lesquelles le terme en l^3 est naturellement prédominant.

Je me propose de montrer que toute divergence disparaît, à condition de définir convenablement le mode d'encastrement.

Les formules de Clebsch peuvent, en employant les notations de Lamé, s'écrire de la manière suivante :

$$u = (a + bz)(x^2 - y^2) + 2\frac{\lambda + \mu}{\lambda}\left(az^2 + b\frac{z^3}{3}\right) + cz,$$

$$v = 2(a + bz)xy,$$

$$w = -4\frac{\lambda + \mu}{k}\left(az + \frac{bz^2}{2}\right)x + 4\frac{\lambda + \mu}{\lambda}bxy^2 + \varphi(x, y) - cx.$$

L'origine est le centre de gravité G de la section d'encastrement; l'axe Gz coïncide avec la fibre moyenne non déformée; les axes de symétrie de la section sont : Gx dirigé verticalement de haut en bas, et Gy horizontal; a, b, c sont des constantes; φ est une fonction harmonique, impaire en x et paire en y, fonction qui dépend de la forme de la section droite; u, v, w sont les composantes du petit déplacement éprouvé par le point dont les coordonnées sont x, y, z.

Les termes cz et $-cx$ qui figurent dans u et w correspondent à une rotation d'ensemble de la pièce autour de Gy; ils n'interviennent pas dans les valeurs des tensions, et leur détermination ne peut résulter que du mode d'encastrement. Clebsch choisit la constante c de façon à annuler à l'origine la dérivée $\frac{\partial w}{\partial x}$; c'est-à-dire qu'il égale c à la valeur que prend $\frac{\partial \varphi}{\partial x}$ à l'origine. Comme, d'autre part, la dérivée $\frac{\partial u}{\partial z}$ prend à l'origine la valeur c, on voit que, dans ces conditions, la tangente à la fibre moyenne déformée présente en G une petite inclinaison sur l'horizontale, tandis que l'élément vertical issu de G conserve sa verticalité.

Mais on peut, tout aussi bien, poser $c = 0$. Alors la tangente en G à la fibre moyenne déformée demeure horizontale et, en revanche, la dérivée $\frac{\partial w}{\partial x}$ cessant d'être nulle en G, l'élément linéaire, d'abord vertical, issu de G s'incline légèrement.

Toute la question est de savoir laquelle des deux hypothèses répond le mieux à la réalité. En pratique, pour encastrer une pièce horizontale dans un mur, on l'engage, sur une certaine longueur, dans une cavité de même

section, pratiquée dans l'épaisseur du mur; il est clair que ce mode de liaison assure assez bien la conservation de l'horizontalité de la fibre moyenne, au point où elle sort du mur, mais ne s'oppose pas au glissement horizontal des fibres les unes par rapport aux autres, glissement dont la conséquence est une variation de $\frac{\partial \sigma}{\partial x}$.

On est ainsi conduit à annuler la constante c, ce qui réduit l'équation (2) à la forme (1), universellement adoptée par les constructeurs, et celle-ci se trouve dès lors basée sur une théorie vraiment satisfaisante.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la première campagne de l'*Hirondelle-II (24ᵉ *campagne de la série complète*). Note de S. A. S. le Prince **Albert de Monaco**.

Cette campagne est la première du nouveau bâtiment que j'ai fait construire à La Seyne et qui réunit des conditions de force et d'aménagement scientifique supérieures à celle de la *Princesse-Alice-II*.

Avec un déplacement de 1600^t, deux machines de 2200 chevaux au total, et des laboratoires agrandis, l'*Hirondelle-II* utilisera mieux que ses prédécesseurs le temps employé aux croisières.

Partie de Monaco le 19 juillet, l'*Hirondelle* termina cette campagne le 13 septembre, après avoir travaillé dans la Méditerranée et l'océan Atlantique jusqu'aux Canaries vers le Sud et jusqu'aux Açores vers l'Ouest.

Les personnes attachées au laboratoire étaient : MM. le docteur Jules Richard; le lieutenant de vaisseau Bourée; Gain, algologiste; Papanicolau, physiologiste; Tinayre, artiste peintre.

Les principales opérations océanographiques se partagent ainsi :

19 sondages en eau profonde jusqu'à 4400^m avec le tube sondeur Buchanan; jusqu'à 2380^m avec le sondeur Léger; jusqu'à 2410^m avec un lest seul.

2 prises d'échantillon d'eau profonde et autant à la surface avec la bouteille Richard. Simultanément 4 prises de températures correspondantes avec le thermomètre Richter jusqu'à 4271^m.

2 dragages avec chalut à étriers jusqu'à 1740^m.

2 traînages de barres à fauberts jusqu'à 1330^m.

1 pose de nasse triédrique à galets dans une profondeur de 1560^m.

3 poses de palancres, jusqu'à 2380^m.

39 traînages de filets bathypélagiques Bourée, Richard ou d'Helgoland à 3 plateaux, jusqu'à la profondeur de 4300^m.

4 harponnages de Cétacés.

39 opérations avec le filet fin Richard pour la recherche du plankton de surface.
2 poses de trémail côtier.
1 traînage de drague pour la recherche des algues.

Le but principal de cette campagne était l'exploration des profondeurs intermédiaires, pour la recherche des formes bathypélagiques au moyen du filet Bourée inauguré en 1910, et d'un autre plus petit et plus lesté qu'on traînait toute la nuit avec une vitesse de 7 nœuds. Ce dernier appareil présente sur tous les autres filets plus ou moins verticaux l'avantage de capturer des animaux d'une taille supérieure et meilleurs nageurs, qu'il est seulement possible de saisir en marchant avec une certaine vitesse. Mais, d'autre part, la vitesse de traînage qu'on lui donne a pour inconvénient de produire un frottement considérable qui détériore les animaux capturés. Il a fourni, en trois opérations poursuivies jusqu'à 4000^m et avec la vitesse susdite, les animaux suivants :

Parmi les Poissons, un grand spécimen du genre Serrivomer et un grand Poisson inconnu; des *Dactylostomias*, deux Némiichytidés, des *Idiacanthus;* un jeune *Macrurus*, comme si à l'état jeune les espèces de ce genre étaient bathypélagiques.

Il a pris également *Gastrostomus Bairdi*, *Gavialiceps* et *Odontostomus hyalinus;* des *Sternoptyx diaphana* et des *Argiropelecus affinis*, des *Cyclothone microdon* et des *Malacosteus niger;* des Crustacés, des Méduses et des Céphalopodes.

Le grand filet Bourée a fourni en 1911 comme en 1910 les meilleures récoltes de la campagne, entre 4300^m et la surface. La collection des Poissons obtenus ainsi est très importante, mais elle contient surtout des espèces déjà capturées l'an passé avec le même appareil. Je citerai seulement le genre *Idiacanthus*, un *Eustomias* sans doute nouveau, un *Astronesthes*, des échantillons magnifiques d'*Argyropelecus affinis;* enfin plusieurs formes d'étude difficile appartenant à la famille des Némiichtyidés.

Parmi les Crustacés décapodes, je mentionnerai *Sergestes Corniculum* pris à l'état adulte dans des filets immergés jusqu'à 4000^m, alors qu'il n'était connu que par des spécimens encore jeunes; et aussi *Sergestes Kröyeri* établi sur un seul spécimen capturé par le *Challenger*, dans le Pacifique Sud, sans avoir reparu nulle part jusqu'à la présente campagne.

Le groupe des Céphalopodes obtenus par le grand filet Bourée est particulièrement intéressant d'après E. Joubin qui les a déjà étudiés. Ils appartiennent tous soit à des genres ou à des espèces entièrement nouveaux, soit à des espèces extrêmement rares et peu connues.

Deux espèces seulement se rattachent aux Céphalopodes octopodes, l'une complètement transparente et dont les yeux portent des organes lumineux, forme une espèce et un genre nouveaux.

Les nombreux échantillons de Décapodes appartiennent tous à la division des Œgopsidés. Le genre *Abraliopsis* Joubin est représenté par deux individus (*A. Morisii* Veruny), capturés au-dessus de 4500^{m}, et qui portent sur leurs corps plusieurs centaines de petits organes lumineux.

Deux *Pyroteuthis aurantiacus* Joubin sont nouveaux parce qu'ils diffèrent de l'espèce type par l'absence d'organes lumineux sur leur paroi abdominale.

La famille des Histioteuthidæ est représentée par un jeune *Calliteuthis Hoylei*, fort intéressant parce qu'il montre la disposition transitoire des organes lumineux avant leur passage à l'état adulte.

La famille des Chiroteuthidæ est représentée par plusieurs genres, dont le genre *Chiroteuthis* a fourni certains représentants notables. Le *C. Picteti*, entre autres, la plus grande et la plus belle de toutes les espèces connues de ce genre, et qui a été pris au-dessus de 4300^{m}.

A côté de ces genres il faut en placer un nouveau, dont le représentant, *Chirosoma Regnardi* Joubin, a été pris au-dessus de 4000^{m}. Un autre groupe de Chiroteuthidæ, les *Doratopsis*, sont représentés par une espèce nouvelle, *D. Richardi*, prise au-dessus de 4000^{m}. De la grande famille des Cranchiadæ, nous avons eu des espèces très curieuses; pour l'une d'elles, il a fallu créer un genre nouveau : *Leucocranchia Pfefferi* Joubin, capturée au-dessus de 4000^{m}. Le *Galiteuthis armata* Joubin, rare jusqu'ici, est représenté par cinq échantillons pris au-dessus de 4000^{m}; l'un d'eux dépasse $0^{m},50$ de long et porte une énorme nageoire caudale en forme de feuille mince. Le genre *Bathothauma* Chun a fourni deux espèces nouvelles.

Parmi les Amphipodes pris avec le grand filet Bourée descendu jusqu'à 4000^{m}, et que M. Chevreux signale, il faut mentionner *Cystisoma spinosum*, de 104^{mm} de longueur; *Cystisoma longipes*, de 550^{mm}; *Lanceola Clausi*, connu seulement de la baie de Baffin, et pris par le *Fram* jusqu'à 85° de latitude Nord; *Streetosia Challengeri*, connu seulement du Pacifique nord.

Le grand filet vertical de Richard a servi également, avec des résultats excellents comme toujours, et constitués par divers groupes d'animaux très petits (Copépodes, Chetognathes, Mysidés, Cyclothone). On peut citer des Némerthes bathypélagiques, des Sergestidés, des Crevettes, des Poissons larvaires à yeux télescopiques, et enfin un Amphipode extrêmement curieux, probablement le type d'une famille nouvelle.

L'ensemble de ces opérations spécialement consacrées à la faune bathypélagique fournit une contribution brillante à la connaissance des êtres qui vivent dans ces espaces intermédiaires.

Le filet d'Helgoland, à trois ailes munies de trois plateaux divergents, employé par moi pour la première fois, a donné de très bons résultats en fournissant de nombreuses espèces et des formes variées.

Enfin, la capture de quatre Cétacés (deux *Pseudorca crassidens* et deux *Globicephalus melas*) a permis d'enrichir la récolte de cette campagne avec les Céphalopodes contenus dans leur estomac et avec leurs propres cerveaux extraits et conservés par d'excellentes méthodes.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces telles que les sphères osculatrices aux lignes de courbure d'une série soient tangentes à une sphère fixe.* Note de M. C. GUICHARD.

Je laisse de côté le cas, facile à traiter, où les lignes de courbure considérées sont sphériques. Je suppose donc que les sphères osculatrices forment une véritable congruence.

Soient alors $X_1, X_2, \ldots, X_5$ les coordonnées de la sphère osculatrice, pour qu'elle soit tangente à la sphère qui a pour coordonnées o, o, o, o, 1, il faut et il suffit que

$$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 + X_4^2 = 0. \tag{1}$$

Je reprends la figuration géométrique des sphères osculatrices que j'ai donnée dans ma Note du 11 mars. La droite bb' qui a pour paramètres directeurs X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 se projette en vertu de la relation (1), suivant une congruence I de l'espace à quatre dimensions. Le réseau (a) se projettera suivant un réseau applicable sur un réseau de l'espace à deux dimensions, c'est-à-dire suivant un réseau L. On est donc ramené au problème suivant :

Trouver, dans un espace à quatre dimensions, un réseau L, *qui se transforme, par la méthode de Laplace, en un réseau, dont une congruence focale est* I.

La loi d'orthogonalité des éléments y fait correspondre le problème suivant :

Trouver, dans un espace à quatre dimensions, un réseau O, *qui se trans-*

forme, par la méthode de Laplace, en un réseau dont une congruence focale est I.

Ce sont ces réseaux que je vais chercher à déterminer. Soient :

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 & \eta_4 \end{vmatrix}$$

le déterminant orthogonal qui correspond à ce réseau; A, B, E, F, M, N les rotations de ce déterminant; H le point qui décrit le réseau; H′ le réseau déduit de H en faisant la transformation de Laplace de u vers v. Lès paramètres directeurs de la seconde tangente au réseau H′ sont

$$(2) \qquad \theta_i = \frac{\partial \xi_i}{\partial u} - \frac{1}{N}\frac{\partial N}{\partial u}\xi_i \qquad (i = 1, 2, 3, 4).$$

Pour que cette seconde tangente décrive une congruence I, il faut que

$$\Sigma \theta_i \xi_i = 0, \qquad \Sigma \theta_i^2 = 0,$$

ce qui donne

$$\frac{\partial N}{\partial u} = 0, \qquad A^2 + E^2 + M^2 = 0.$$

En choisissant convenablement la variable v, je puis réduire N à une constante. Je puis donc mettre les rotations sous la forme suivante :

$$A = a\omega, \qquad E = e\omega, \qquad M = m\omega;$$
$$B = b, \qquad F = f, \qquad N = \frac{1}{\omega},$$

ω étant une constante arbitraire. On devra avoir

$$(3) \qquad a^2 + e^2 + m^2 = 0,$$

$$(4) \qquad \frac{\partial a}{\partial v} = bm, \qquad \frac{\partial e}{\partial v} = fm,$$

$$(5) \qquad \frac{\partial b}{\partial u} = a, \qquad \frac{\partial f}{\partial u} = e.$$

La relation (3) conduit à poser

$$(6) \qquad a = ie^{\psi}\cos\varphi, \qquad e = ie^{\psi}\sin\varphi, \qquad m = e^{\psi}.$$

Les relations (4) donnent ensuite les valeurs de b et de f; puis les rela-

tions (5) donnent les deux équations suivantes pour déterminer φ et ψ :

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v} - \dfrac{\partial\varphi}{\partial u}\dfrac{\partial\varphi}{\partial v} = e^{\psi}, \\ \dfrac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} - \dfrac{\partial\varphi}{\partial u}\dfrac{\partial\psi}{\partial v} = 0. \end{cases}$$

Le problème est, en apparence, du quatrième ordre; mais, comme je n'ai pas fixé la variable u, il se réduit au troisième ordre; c'est ce qu'on vérifie facilement, d'ailleurs, sur le système (7). A chaque solution de ce système et à chaque valeur de la constante ω, on peut faire correspondre un déterminant Δ. Les quantités ξ de ce déterminant satisfont à l'équation

$$(8)\quad \frac{\partial^2\xi}{\partial u\,\partial v} = m\xi,$$

et l'on a

$$(9)\quad \sum\left(\frac{\partial\xi}{\partial u}\right)^2 = 0.$$

On est donc ramené à trouver une équation de M. Moutard admettant quatre solutions dont la somme des carrés est égale à l'unité et dont la somme des carrés des dérivées, par rapport à u, soit nulle.

Transformation du problème. — Je n'insiste pas sur les transformations du problème, parce que, chaque fois qu'un problème conduit à la recherche d'une équation de M. Moutard admettant des solutions liées par une relation quadratique, en y adjoignant même des relations différentielles de la forme (9), les transformations du problème rentrent toutes dans un type général que j'ai étudié, *les transformations des réseaux* O *associés*.

Solutions particulières. — On obtient des solutions particulières du système (7) en faisant

$$\varphi = v$$

et

$$(10)\quad \frac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v} = e^{\psi},$$

équation que l'on sait intégrer.

Je reviens au cas général : soient A un point qui décrit le réseau L considéré; p_1, p_2, p_3, p_4 les paramètres normaux de la première tangente au réseau; q_1, q_2, q_3, q_4 ceux de la seconde. Le réseau A étant L est la projection d'un réseau nul A′ situé dans l'espace à six dimensions. Je désigne par $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ les paramètres normaux de la première tangente à

ce réseau; par $q_1, q_2, \ldots, q_6$ ceux de la deuxième; on aura

$$(11) \qquad \sum_1^6 p_i^2 = 0, \qquad \sum_1^6 q_i^2 = 0, \qquad \sum_1^6 p_i q_i = 0.$$

Il en résulte que le point A'_1 peut, d'une infinité de manières, être considéré comme la projection d'un réseau (a) de l'espace à cinq qui est I. Les paramètres normaux des tangentes à ce réseau sont :

$$(12) \qquad p_1, p_2, p_3, p_4 \qquad (p = p_5 \cos\alpha + p_6 \sin\alpha),$$

$$(13) \qquad q_1, q_2, q_3, q_4 \qquad (q = q_5 \cos\alpha + q_6 \sin\alpha),$$

où α est une constante. Il en résulte qu'au système A on peut faire correspondre une infinité de solutions du problème. La première sphère du centre (c) (voir ma Note du 11 mars) a pour coordonnées les quantités (12); si u et v sont fixes et si α varie, le lieu de C est une droite. On voit facilement que dans les mêmes conditions le lieu de M est un cercle.

La sphère osculatrice (5) qui a pour coordonnées $X_1, \ldots, X_5$ est $2I$, la coordonnée complémentaire étant iX_5. Cette sphère possède donc la propriété suivante :

Elle est osculatrice en M *à la surface considérée, touche une sphère fixe en* N *et une autre surface en* N'. *Aux lignes de courbure de la surface* (M) *correspondent les lignes de courbure de la surface* (N').

On vérifie facilement que la sphère osculatrice à une série de lignes de courbure de (N') touche la sphère fixe.

Il est clair que par une inversion on peut remplacer la sphère fixe par un plan fixe. Le réseau C_1 (voir ma Note du 11 mars) se projette sur le plan fixe suivant un réseau O. Parmi les réseaux parallèles à C_1, il y en a donc qui sont situés sur un paraboloïde de révolution.

Le problème posé est donc équivalent au suivant :

Trouver les surfaces telles que les centres des sphères osculatrices aux lignes de courbure d'une série décrivent un paraboloïde de révolution.

M. **Bouty** s'exprime en ces termes :

En qualité de Président de la Commission administrative de ce Laboratoire, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Tome II des *Travaux du Laboratoire central d'Électricité*. Parmi les mesures et recherches que le Laboratoire

central exécute pour les administrations publiques ou pour des particuliers, il en est qui soulèvent des problèmes dont la portée dépasse les bornes des intérêts privés. D'autres travaux d'une portée encore plus haute se rapportent à la fixation, à l'étude toujours renaissante des unités et des étalons de mesure.

Sous l'habile direction et presque toujours sous l'impulsion directe de M. Janet, dont l'autorité scientifique en France et à l'étranger grandit chaque jour, le Laboratoire central d'Électricité n'a eu garde de faillir à la double tâche qui lui incombe.

Il convient de signaler particulièrement dans ce volume les recherches de M. Johann sur l'établissement du régime des transformateurs; de M. Jouaust sur l'étude magnétique des tôles au moyen du wattmètre; de M. Durand sur l'influence des champs extérieurs sur les indications des compteurs électriques; de MM. Laporte et Jouaust sur l'influence exercée par la température ambiante sur l'intensité lumineuse des lampes à incandescence; de MM. Broca et Laporte sur l'étude des principales sources de lumière au point de vue de l'hygiène de l'œil; les essais de M. David, soit pour l'identification des balais des dynamos, soit pour la comparaison des câbles destinés aux canalisations électriques, etc.

En ce qui concerne les unités et les étalons, on lira avec tout l'intérêt qui s'y attache les Notes de M. Janet sur les étalons de l'ohm légal, et sur les unités fondamentales; les Mémoires sur la détermination par un électrodynamomètre absolu de la force électromotrice des éléments au cadmium, de MM. Janet, Laporte et Jouaust; deux belles séries de recherches sur l'équivalent électrotechnique de l'argent, la première par MM. Janet, Laporte et de la Gorce, la seconde par MM. Laporte et de la Gorce seuls; enfin les mesures de M. Jouaust sur l'étalon de résistance et l'étalon de force électromotrice.

Dignement représenté dans tous les congrès et conférences internationales relatives aux unités, le Laboratoire central d'Électricité, bien qu'avec des ressources pécuniaires bien moindres, continue à tenir dignement son rang à côté d'institutions similaires largement dotées par les grandes puissances qui les entretiennent.

M. L. **Mangin** fait hommage d'un Mémoire intitulé : *Phytoplancton de l'Atlantique. Croisière du* René (*septembre* 1908).

Lord **Rayleigh** fait hommage à l'Académie du Tome V de ses *Scientific Papers* (1902-1910).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Associé étranger, en remplacement de Lord *Lister*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 50,

M. Schwendener obtient.	39 suffrages
Sir Norman Lockyer obtient.	11 »

M. **Schwendener**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. **E. Maillet** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

Mme **Émile Lemoine** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de feu son mari.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *A statistical investigation of cometary orbits*, by William H. Pickering.

2° *Die Spektren der Elemente bei normalem Druck*, von Franz Exner et Eduard Haschek.

3° Louis Duval, *La crise de la natalité*. (Présenté par M. Léon Labbé.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Bigourdan.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé de l'étude comparative que je viens de faire sur le résultat de mon calcul de l'éclipse du

17 avril dernier [1], et celui qui découle des observations faites le long de la ligne centrale qui traversait la partie nord-ouest de la péninsule Ibérique.

Eu égard au but que je poursuis depuis longtemps, en vue d'éclairer la question relative au demi-diamètre lunaire moyen qu'il faut employer dans le calcul des éclipses, il convient tout d'abord de signaler l'accord de l'observation avec le calcul, relevé par M. Comas Solà, qui s'était installé aux environs du Barco de Valdeorras (Orense), sur un point de la ligne que j'avais calculée. D'après cet habile observateur, la phase totale a été instantanée, ce qui revient à dire que sa durée a été inférieure à deux dixièmes de seconde que le calcul lui assignait, partant, que l'accord est aussi complet qu'on peut désirer, en tenant compte des difficultés qui accompagnent l'observation visuelle ou photographique d'un phénomène aussi fugace.

Sur le trajet de la ligne centrale, étendu jusqu'à la côte cantabrique, j'avais fixé la limite de la phase totale en un point ayant pour coordonnées $\varphi = 43°18',1$ et $\lambda = 5°54',5$ du méridien de Greenwich, endroit situé à un demi-kilomètre à l'est de Castandiello (Oviedo), d'où il résultait que la capitale de ce nom verrait une éclipse partielle dont la plus grande phase mesurait 0,999, ce que l'observation a confirmé. De plus, au voisinage de la ligne, dans la même contrée, l'éclipse a été vue annulaire, ce qui prouve que le passage de la phase totale à la phase annulaire a eu lieu non loin du point sus indiqué. Du côté sud-ouest de la ligne, des résultats analogues sont à signaler.

D'après M. le général Azcàrate, qui s'était installé à l'ouest de Toral (Leon), la section du cône d'ombre avait moins de 700^{m} de large. De son côté, M. Comas Solà estime que la ligne centrale réelle était située $1'$ au sud de celle tracée d'après mon calcul, ce qui indique que, sur le méridien de Barco, la première ligne passait presque par le milieu de la distance comprise entre la mienne et celle du *Nautical Almanac*, et, par suite, que la largeur de la zone de totalité dépassait à peine trois kilomètres. Or la durée de la totalité sur cet espace ne dépassant pas $0^{s},2$, et ce second cas pouvant être considéré comme une limite supérieure, il est permis de conclure, au moins d'une manière provisoire, que la valeur moyenne du demi-diamètre lunaire que j'ai employée au calcul des deux dernières éclipses totales de Soleil observées en Espagne, soit $15'31'',62$, ne diffère que fort peu de la valeur exacte.

A Valence, un ciel nuageux a empêché d'observer le premier contact, et ce n'est

(1) Inséré au *Bull. Soc. astr. de Fr.*, juin 1911.

que 2 minutes après que l'échancrure du bord solaire devint visible. M. Tarazona, professeur à la Faculté des Sciences, a observé le dernier contact à $1^h 19^m 17^s$, soit 33 secondes en avant du moment calculé. J'ai mesuré la plus grande phase et l'ai trouvée d'accord avec la valeur théorique. Les points des contacts l'ont été aussi.

Il faut noter le fait, observé ici comme presque partout ailleurs, que le dernier contact a devancé le calcul d'une demi-minute environ.

ASTRONOMIE. — *Variation des intensités relatives des diverses radiations du spectre solaire pendant l'éclipse du 17 avril.* Note de M. **Jules Baillaud**, présentée par M. B. Baillaud.

Je me suis proposé d'étudier, pendant l'éclipse du 17 avril, les changements qui ont pu se produire dans le spectre continu de la lumière du jour.

L'appareil utilisé était un spectrophotomètre photographique, combiné au cours d'une étude de photométrie stellaire entreprise en collaboration avec M. G. Démétresco. Il permet, par le simple examen de l'épreuve photographique, de juger des différences des intensités relatives des diverses radiations de deux sources lumineuses, sans être gêné par les propriétés actiniques des plaques photographiques employées.

La lumière de la source étudiée éclaire un écran diffusant placé à quelque distance en avant de la fente d'un spectrographe; contre cet écran est placé un diaphragme muni d'une ouverture angulaire dont la bissectrice est parallèle à la fente. L'objectif du collimateur est diaphragmé en rectangle. Grâce à ce système éclairant, les quantités de lumière qui convergent sur les divers points d'une image de la fente, dans le spectre, varient d'une façon continue et à peu près linéaire d'une extrémité de l'image à l'autre. Je me suis servi d'un spectrographe de Tallent Calmels à réseau moulé donnant des spectres de 3^{cm} de hauteur. Un dispositif simple permet d'amener pendant la pose presque au contact de la plaque photographique, une grille dont les pleins sont égaux aux vides (1^{mm}). Le spectre primitif est ainsi décomposé en 15 spectres de 1^{mm} de large, chacun recevant plus de lumière que le suivant, et séparés par des bandes qui n'ont pas reçu d'impression lumineuse. Le diaphragme triangulaire éclairant peut recevoir une rotation de 180° dans son plan ou être remplacé par un diaphragme rectangulaire, de façon que la loi de variation des éclairements des différents spectres élémentaires soit l'inverse de ce qu'elle était dans le premier cas, ou que tous les spectres puissent recevoir le même éclairement. Enfin la plaque photographique peut être déplacée dans son plan d'une quantité exactement égale à la largeur des barres de la grille, ce qui permet de démasquer les parties de la plaque qui n'ont pas reçu d'impressions lumineuses et d'imprimer une série de spectres intercalés dans les premiers. Pour cette seconde impression l'écran éclairant est retourné dans son plan ou remplacé par l'écran rectangulaire.

Supposons que les deux séries de spectres soient fournies par la même source lumineuse, il y a alors un spectre de chaque série qui sur toute sa longueur a des opacités en rapport constant avec celles des deux spectres de l'autre série qui l'encadrent. Si les spectres des deux séries sont donnés par des sources différentes, cela n'a pas lieu, et la courbe tracée en prenant comme abscisses les longueurs d'onde, et pour ordonnées les numéros d'ordre des spectres de l'une des séries compris entre les deux spectres contigus de l'autre série, représente la courbe des intensités relatives des radiations de l'une des sources par rapport à celles de l'autre. Des mesures d'opacités permettent de tracer cette courbe avec précision; mais le simple examen des spectres en donne l'allure générale.

Pour l'étude de la lumière du jour pendant l'éclipse j'avais placé le spectrophotomètre sur le trajet d'un faisceau lumineux réfléchi par le miroir d'un héliostat. Chaque point de l'écran diffusant recevait ainsi de la lumière de tous les points d'une plage de la voûte céleste ayant environ 10° de diamètre, au centre de laquelle se trouvait le Soleil. Pendant tout le cours de l'éclipse partielle, j'ai impressionné sur des plaques photographiques, convenablement repérées, une série de spectres sans toucher à l'écran diffusant et avec des temps de poses variables de 1 à 30 secondes suivant le moment de l'éclipse. Les jours suivants, sensiblement aux mêmes heures, j'ai impressionné, sur les mêmes plaques, la série de spectres intercalés entre les premiers, après avoir retourné l'écran diffusant de 180°, avec la même disposition de l'héliostat, et des poses uniformes de 1 seconde.

Un grand nombre des spectres intercalés chevauchent malheureusement sur ceux de l'éclipse, les plaques n'ayant pas été remises exactement dans les mêmes positions dans le châssis. Les spectres utilisables montrent que peu de temps après le premier contact la lumière de l'éclipse a été plus rouge, puis qu'elle est devenue considérablement plus violette que la lumière des jours suivants. Peu de temps avant le dernier contact elle est devenue plus rouge. Les spectres, pris alors que le tiers de la largeur du Soleil était éclipsé, montrent les mêmes intensités relatives que ceux obtenus avec la lumière du Soleil entier. Ces faits s'expliqueraient très bien si l'on admettait que, le 17 avril, la lumière du bord du Soleil était plus riche en violet que celle du centre. Mais le contraire avait toujours été signalé jusqu'ici. On pourrait penser que, à mesure que l'éclipse augmentait, la lumière diffuse du ciel dominait sur la lumière directe du Soleil; mais, outre qu'il serait difficile d'expliquer ainsi l'excès de rouge au commencement et à la fin de l'éclipse, on serait conduit à supposer que la lumière diffuse avait, le jour de l'éclipse, qui cependant a été très beau, une intensité relative considérable. En fait certains spectres, qui montrent une forte prépondérance

du violet, ont été impressionnés avec un éclairement du diaphragme qui n'était pas le dixième de celui utilisé les jours suivants. Or pour comparer deux faisceaux de lumière réfléchis par l'héliostat et provenant l'un d'une région comprenant le Soleil, l'autre d'une région immédiatement voisine, on est obligé de prolonger la pose du second faisceau près de 100 fois plus que celle du premier.

Quoique la lumière diffuse du ciel ait certainement contribué à augmenter la proportion du violet dans les spectres obtenus pendant l'éclipse, il semble qu'on doive conclure aussi que la lumière du bord du Soleil était ce jour-là plus riche en violet que celle du centre. La discordance qui existe entre ce résultat et ceux de Vogel, de Very et d'Abbot, peut s'expliquer en admettant que le pouvoir absorbant de l'atmosphère solaire est essentiellement variable d'un jour à l'autre.

Pour vérifier ce point, j'ai fait, toutes les fois que l'état du ciel l'a permis, la spectrophotométrie comparée de la lumière du centre du Soleil et de celle de son bord. En appliquant une méthode de M. Ch. Fabry, je projetais sur l'écran diffusant du spectrophotomètre l'image d'un objectif de 10^m de longueur focale, braqué sur le Soleil par l'intermédiaire du sidérostat de Foucault. On pouvait placer dans l'image du Soleil donnée par cet objectif soit un diaphragme circulaire ne laissant passer que des radiations provenant du centre du disque, soit un diaphragme limité par deux demi-circonférences concentriques de dimensions telles que la circonférence extérieure pouvait se superposer avec le bord du Soleil. Je n'ai pu commencer cette série d'observations que le 27 avril. Les spectres pris ce jour-là montrent que la lumière du bord du Soleil était légèrement plus rouge que celle du centre. Depuis il en a toujours été ainsi; mais les intensités relatives des diverses radiations ont constamment changé d'un jour à l'autre. Notamment, le 1er mai, le bord était beaucoup plus rouge que le centre; le 6 mai, les deux régions avaient sensiblement le même spectre; le 10, le bord devenait encore beaucoup plus rouge. Malheureusement le ciel n'a jamais été parfaitement pur. On peut cependant conclure de ces premières observations que le spectre continu du bord du Soleil subit par rapport à celui de son centre des changements continuels. Ces changements sont probablement en relation avec ceux de la constante solaire; l'observation en est beaucoup plus aisée.

ASTRONOMIE. — *Photographies des protubérances et de la couronne intérieure obtenues à l'Observatoire de Paris pendant l'éclipse du 17 avril 1912.* Note de MM. **F. Croze** et **G. Demetresco**, présentée par M. B. Baillaud.

A cause du caractère particulier que présentait l'éclipse du 17 avril 1912 dans la région de Paris, il était particulièrement intéressant de rechercher dans quelle mesure on peut apercevoir et photographier les diverses parties de l'atmosphère solaire en dehors de l'instant même de la totalité d'une éclipse. C'est, entre autres choses, cette recherche que nous nous sommes proposé de réaliser avec une lunette photographique de 10^m environ de distance focale et de 21^{cm} d'ouverture, mise à notre disposition par M. le Directeur de l'Observatoire.

Au moment où le croissant luni-solaire commençait à devenir très mince, nous l'avons observé au foyer de notre lunette sur un verre dépoli jusqu'au moment où nous l'avons vu se fermer du côté opposé par un arc de couleur rosée d'où émergeaient plusieurs protubérances. Nous avons pris aussitôt une série de trois photographies dont voici la description avec l'indication de l'instant et de la durée de chaque pose.

Première photographie (T. S. $2^h0^m32^s$; pose 7 secondes) :

Le croissant luni-solaire apparaît nettement formé sur un angle de 191° et sa largeur maxima est seulement de $\frac{1}{65}$ du diamètre solaire. Il se continue de part et d'autre des cornes, qui le terminent par des grains de Baily plus ou moins nettement séparés les uns des autres et par la chromosphère solaire elle-même. Il est ouvert depuis le degré 96, compté à partir du pôle Sud dans le sens Sud-Ouest-Nord jusqu'au degré 144. On distingue sur ce cliché 8 protubérances dont nous donnons avec l'angle de position, compté comme il vient d'être dit, la largeur angulaire et la hauteur exprimée en fraction du diamètre solaire.

Nos.	Angle de position du centre.	Largeur angulaire.	Hauteur.
1	34°,8	6°,5	$\frac{1}{42}$
2	42,5	5,5	$\frac{1}{31}$
3	60,0	9,5	$\frac{1}{78}$
4	70,5	1	$\frac{1}{94}$
5	104,5	1	$\frac{1}{72}$
6	154,0	0,5	$\frac{1}{94}$
8	222,0	1,5	$\frac{1}{21}$
9	225,5	1	$\frac{1}{19}$

Les protubérances 1 et 2 sont réunies à leur partie supérieure par une sorte de pont

et forment un groupe dont l'aspect est celui d'arborescences touffues. Les protubérances 8 et 9, très rapprochées l'une de l'autre, font aussi partie d'un même groupe. Elles offrent toutes deux une particularité caractéristique : elles ne sont pas dirigées suivant le rayon solaire, mais font avec cette direction un angle de 19° à 20°. Elles sont surmontées par un nuage lumineux complètement détaché d'elles et dont la distance au bord solaire est égale à $\frac{1}{16}$ du diamètre du Soleil. Les groupes de protubérances 1-2 et 8-9 sont les plus remarquables de cette photographie. Il est intéressant de noter qu'ils sont diamétralement opposés, et que le groupe 7-8 ait été assez intense pour pouvoir être photographié alors même que la pointe du croissant solaire le dépasse de 12°.

Sur ce cliché on observe aussi au moins le commencement de la couronne intérieure. On remarque, en effet, qu'à partir de l'angle 75° jusqu'à l'angle 167°, une lueur qui va en s'affaiblissant à partir du bord solaire et qui peut être distinguée du fond du ciel jusqu'à une distance au moins égale à $\frac{1}{15}$ du diamètre lunaire. Cette lueur ne peut pas être due à un effet d'irradiation, car d'une part elle n'existe pas du tout sur la partie de la photographie qui correspond au disque lunaire. D'autre part, elle ne peut être due à la lumière diffusée par ce qui reste du croissant solaire, car elle est séparée de celui-ci par un espace plus obscur qu'elle. On peut d'ailleurs distinguer des recrudescences d'éclat qui correspondent aux degrés 57,5, 73,0, 88 et 100.

Deuxième photographie (T. S. $2^h 1^m 4^s$; pose 5 secondes) :

Le croissant se développe dans ce cliché sur 215°, sa largeur maxima est seulement de $\frac{1}{90}$ du diamètre solaire et l'angle de la corde commune des disques solaire et lunaire avec l'axe du Soleil est de 118°,2. Ce qu'il y a ici de particulier, c'est que le croissant se prolonge et est fermé complètement par de nombreux grains de Baily et par la chromosphère.

Ce cliché est moins riche en protubérances que le précédent. On y remarque seulement les protubérances 8 et 9 qui n'ont changé ni de forme ni de grandeur, et au degré 218,5 une petite protubérance (7) dont la hauteur est $\frac{1}{65}$ du diamètre solaire.

A partir du degré 233,5, c'est-à-dire peu après la protubérance 8 jusque vers la pointe du croissant situé au degré 325,7, on voit une lueur analogue à celle déjà observée sur le cliché précédent. Mais, à cause de la proximité du croissant, il est impossible d'y distinguer des variations d'intensité.

Troisième photographie (T. S. $2^h 1^m 50^s$; pose 0,5 seconde) :

Le croissant dont la largeur maxima atteint déjà $\frac{1}{37}$ du diamètre solaire s'étend seulement sur 185° et l'angle de position de la corde commune est devenu 155°.

A cause de la faible durée de la pose, l'épreuve est moins riche de détails que la précédente. On peut cependant remarquer le croissant se prolonger par des grains de Baily et de la chromosphère, d'une part jusqu'à 189°, d'autre part jusqu'à 324°.

Dans l'intervalle de 135° où le croissant est complètement ouvert, on trouve les protubérances 8 et 9 du premier et du deuxième cliché toujours identiques à elles-mêmes. On aperçoit, en outre, deux autres protubérances dont l'une (10) est au

degré 302,5 et s'étend sur une hauteur égale au $\frac{1}{188}$ du diamètre solaire, tandis que l'autre (11), large de 2 degrés et située à 325°,5, a une hauteur égale au $\frac{1}{47}$ du diamètre.

Sur ce cliché, on peut encore observer la lueur déjà signalée. Elle s'étend depuis le degré 233,5 jusqu'au degré 313,5. Ses caractères la font également attribuer à la couronne.

De l'examen de ces trois photographies il résulte :

1° Qu'on peut apercevoir et photographier la chromosphère et la couronne intérieure, lorsque la largeur maxima du croissant luni-solaire atteint $\frac{1}{37}$ du diamètre solaire;

2° Que la couronne intérieure a été assez intense dans les régions voisines de l'équateur du Soleil pour être photographiée en dehors de la totalité, dans les limites indiquées ci-dessus. Son développement semble donc bien correspondre à ce qui a déjà été observé et prévu pour les époques de minimum des taches.

Il y aura intérêt à comparer les photographies des protubérances obtenues directement pendant l'éclipse avec celles qu'ont données ce jour-là les spectrohéliographes.

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète Brooks* (1911, *c*). Note de MM. A. DE LA BAUME PLUVINEL et F. BALDET, présentée par M. B. Baillaud.

La comète Brooks a été visible, dans d'excellentes conditions, sous nos latitudes, pendant les mois d'août, septembre et octobre derniers; nous avons profité de cette circonstance pour continuer les études spectrales que nous avons entreprises, depuis plusieurs années, sur la constitution des comètes brillantes. L'appareil employé a déjà été décrit à propos du spectre de la comète Kiess [1]; il consistait en un prisme-objectif de 60° disposé en avant d'un objectif de $0^m,08$ de diamètre et de $0^m,30$ de distance focale. Les plaques employées étaient des plaques Lumière *étiquette violette*. En profitant des moindres éclaircies, nous avons pu obtenir 22 bons spectrogrammes de la comète répartis sur une période de plus de deux mois.

Le spectre de la comète a ressemblé, dans ses grandes lignes, au spectre normal des comètes; nous n'en donnerons pas une description complète, mais nous signalerons seulement un fait nouveau que nous ont révélé nos

(1) *Comptes rendus*, t. 153, p. 459.

photographies : En examinant la série de nos clichés, nous avons pu constater très nettement que des modifications importantes étaient survenues dans le spectre de la comète, au fur et à mesure qu'elle s'était rapprochée du Soleil. En effet, de fin août à fin octobre, un certain nombre de radiations d'origine inconnue, groupées entre λ 4100 et λ 4000, ont subi une diminution d'intensité par rapport à l'intensité des autres radiations du spectre.

Voici les longueurs d'onde de ces radiations : 4099, 4074, 4065, 4051, 4041, 4032 et 4016.

La détermination de ces longueurs d'onde a pu être faite, grâce aux précautions prises pour obtenir les spectres de comparaison, avec une précision supérieure à celle que nous avions atteinte dans nos études précédentes ; cette précision est aujourd'hui de l'ordre de 1 angström.

Les plus intenses des condensations qui nous intéressent ont déjà été observées dans le spectre de plusieurs comètes, notamment dans les spectres des comètes Morehouse et Kiess. Les condensations λ 4032 et λ 4016 sont voisines des radiations de l'un des doublets caractéristiques du *tail spectrum* de Fowler (λ 4023 et λ 4003) et paraissent avoir été confondues quelquefois avec ce doublet.

La diminution d'intensité des radiations a été progressive, et l'on a pu la suivre à partir du 27 août, date de la première bonne photographie, jusqu'au 31 octobre, 4 jours après le passage de la comète au périhélie, et époque à laquelle il a fallu cesser les observations.

Sur le cliché du 27 août, les condensations sont nettement plus intenses que la deuxième bande du cyanogène; sur le cliché du 27 septembre, c'est le contraire qui a lieu, et enfin, le 31 octobre, l'intensité des radiations a diminué au point qu'elles ne sont presque plus visibles. Les radiations qui ont ainsi diminué d'intensité appartenaient au noyau de la comète et non à sa chevelure, ni à sa queue. La meilleure preuve en est que le spectre de la queue a augmenté d'intensité au fur et à mesure que le spectre des radiations qui nous intéressent s'affaiblissait. Sur le cliché du 27 août, le spectre de la queue n'est pas visible; le 27 septembre, il se distingue nettement, et, le 31 octobre, il est plus intense que le spectre de la tête de la comète. Le spectre continu a suivi une marche parallèle et son intensité a augmenté avec l'éclat général de la comète. Au surplus, on peut reconnaître à l'aspect même des condensations qu'elles appartiennent bien au noyau de la comète. En effet, on constate à l'aide du microscope qu'au centre des condensations se trouvent des points noirs intenses, bien piqués et semblables, par leur netteté, à des images stellaires. Nous avons pu reconnaître, dans toute l'étendue du spectre, 47 images monochromatiques du noyau présentant cet aspect de points noirs bien définis.

Le fait que toutes ces radiations d'origine inconnue ont diminué d'intensité au fur et à mesure que la température de la comète s'est élevée et que le spectre continu et le spectre de la queue augmentaient d'intensité, permet de supposer que les gaz émettant ces radiations se sont dissociés et que ce sont les produits de leur dissociation qui ont donné naissance à la queue, d'une part, et au spectre continu, d'autre part.

Jusqu'ici on n'avait que très rarement pu constater des modifications dans la composition des spectres cométaires. On savait seulement que les raies du sodium, et peut-être les raies de fer, avaient fait leur apparition dans les spectres des comètes très brillantes lorsqu'elles s'étaient approchées du Soleil. On avait aussi remarqué, qu'en même temps que le sodium se manifestait, le spectre de Swan diminuait d'intensité, et l'on avait attribué ce fait à ce que les effluves électriques traversaient plus facilement les vapeurs du sodium que les gaz du spectre de Swan. La même hypothèse pourrait être invoquée dans le cas qui nous occupe : les gaz de la queue sont peut-être plus conducteurs que les gaz émettant les radiations à intensité variable, aussi l'illumination de ceux-ci diminuerait-elle au profit de l'illumination des gaz de la queue.

On peut remarquer sur le cliché du 31 octobre que le spectre de la queue déborde un peu au-dessous de la ligne du spectre continu. Ceci nous montre que la matière de la queue enveloppe la tête de la comète. Ce fait avait déjà été constaté dans le spectre de la comète Morehouse, et semble prouver que, dans ces comètes très actives, les gaz de la queue s'échappent de la tête dans toutes les directions. Dans le cas de la comète Kiess, les gaz de la queue, au contraire, semblaient s'échapper par un seul point de la tête.

Signalons aussi que le spectre cathodique de l'azote n'a pas été observé dans le spectre de la comète Brooks.

En terminant, nous tenons à adresser nos remercîments à M. Flammarion pour nous avoir autorisés à installer notre spectrographe sur l'équatorial de l'Observatoire de Juvisy, et à M. Quénisset, qui a souvent guidé l'équatorial pendant les poses.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques cas singuliers de l'équation de Volterra.* Note [1] de M. **Patrick Browne**, présentée par M. Émile Picard.

1. *L'équation*

$$f(x) = x^{\alpha}\psi(x) + \lambda\int_a^b K(x, t)\, f(tx)\, dt \tag{1}$$

où : 1° $|a| \leqq 1$, $|b| \leqq 1$, *et la partie réelle de* α *est plus grande que* -1 *si* a *et* b *ont des signes opposés;* 2° $\psi(0) \neq 0$ *et* $\psi(x)$ *a un développement asymptotique suivant les puissances entières de* x; *et* 3° $K(x, y)$ *a un développement du même type en* x *et* y, *a la solution*

$$f(x) = \frac{x^{\alpha} F(x, a, \lambda)}{(1-\lambda c_0)\, e^{\lambda c_0}(1-\lambda c_1)\, e^{\lambda c_1}\ldots(1-\lambda c_n)\, e^{\lambda c_n}\ldots}$$

dans laquelle $F(x, \alpha, \lambda)$ *est une série entière des puissances de* λ, *et l'on pose*

$$c_n = \int_a^b t^{n+\alpha} K(0, t)\, dt.$$

Les facteurs exponentiels peuvent être nécessaires quand une des limites est ± 1; ils ne le sont pas quand les deux limites sont moindres que l'unité en valeur absolue.

Pour établir ce théorème, on démontre par induction que si l'on pose

$$\Phi(x) = f(x)(1-\lambda c_0)(1-\lambda c_1)\ldots(1-\lambda c_n),$$

on trouve

$$\Phi(x) = A_0(x) + \lambda A_1(x) + \ldots + \lambda^n A_n(x) + \lambda^{n+1} u(x),$$

où $u(x)$ satisfait à une équation de la forme

$$u(x) = x^{n+\alpha} h(x) + \lambda\int_a^b K(x, t)\, u(tx)\, dt.$$

Cette équation a une solution en série des puissances de λ, dont le rayon de convergence croît indéfiniment avec n. On achève la démonstration par un raisonnement facile.

---

[1] Présentée dans la séance du 6 mai 1912.

2. *L'équation homogène*

$$f(x) = \lambda \int_a^b K(x, t) f(tx)\, dt \tag{2}$$

a les solutions

$$f(x) = x^\beta F(x, \beta, \lambda),$$

où les β *sont les racines de l'équation*

$$1 = \lambda \int_a^b t^\beta K(0, t)\, dt.$$

Il faut prendre seulement les racines dont la partie réelle est plus grande que -1 quand une des limites est zéro, ou quand elles ont des signes opposés.

Ce résultat nous permet de résoudre l'équation (1) *dans les cas singuliers où*

$$\lambda = \frac{1}{c_n}.$$

Dans ces cas, on trouve une solution logarithmique

$$f(x) = v_n(x) + w_n(x) \log x,$$

$w_n(x)$ *étant une solution de l'équation homogène.*

3. En différentiant p fois par rapport à α la solution de l'équation (1) nous trouvons la solution de l'équation

$$f(x) = x^\alpha (\log x)^p \psi(x) + \lambda \int_a^b K(x, t) f(tx)\, dt$$

sous la forme

$$f(x) = \frac{x^\alpha [U_0(x, \alpha, \lambda) + U_1(x, \alpha, \lambda) \log x + \ldots + U_p(x, a, \lambda)(\log x)^p]}{[(1 - \lambda c_0) e^{\lambda c_0} (1 - \lambda c_1) e^{\lambda c_1} \ldots (1 - \lambda c_n) e^{\lambda c_n} \ldots]^p},$$

les $U(x, \alpha, \lambda)$ étant des fonctions entières de λ.

Dans les cas singuliers où $1 - \lambda c_n = 0$, on trouve

$$f(x) = x^\alpha [V_{0n}(x) + V_{1n}(x) \log x + \ldots + V_{p+1,n}(x)(\log x)^{p+1}],$$

$x^\alpha V_{p+1,n}(x)$ étant une solution bien déterminée de l'équation homogène.

4. Tout cela s'applique bien aisément à l'*équation de Volterra*

$$f(x) = x^\alpha (\log x)^p \psi(x) + \lambda \int_0^x N(x, y) f(y)\, dy,$$

où $N(x, y)$ *peut avoir les formes suivantes, discontinues pour* $x = 0$:

1°
$$N(x, y) = \frac{1}{x} K(x, y),$$

2°
$$N(x, y) = \frac{1}{x} K_1(x, y) + \frac{y}{x^2} K_2(x, y) + \ldots + \frac{y^{q-1}}{x^q} K_q(x, y)$$

et, en général, la forme indéterminée à l'origine

3°
$$N(x, y) = \frac{1}{x} K\left(x, \frac{y}{x}\right).$$

En effet, on n'a qu'à mettre $y = tx$, pour être ramené à un cas de l'équation que nous avons traitée.

Au moyen de 2°, on peut trouver les solutions, dans les divers cas qui peuvent se présenter, de l'équation de première espèce

$$\int_0^x [K_1(x, y)x^q + K_2(x, y)x^{q-1}y + \ldots + K_{q+1}(x, y)y^q] f(y)\, dy = h(x).$$

On se trouve dans le cas 2° après une différentiation par rapport à x.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces engendrées par une hélice indéformable qui reste constamment une asymptotique de la surface qu'elle engendre.* Note de M. E. Barré, présentée par M. P. Appell.

Soient

$$(1) \quad x = \int_0^s \cos\chi(s)\, ds, \qquad y = \int_0^s \sin\chi(s)\, ds, \qquad z = ks \qquad (k = \text{const.})$$

les équations de l'hélice considérée; p, q, r les composantes de la rotation; u, v, w celles de la translation du trièdre de référence auquel elle est liée, et

$$(2) \quad \begin{cases} L = u + qks - r\int_0^s \sin\chi(s)\, ds, \qquad M = v - pks + r\int_0^s \cos\chi(s)\, ds, \\ N = w + \int_0^s (p\sin\chi - q\cos\chi)\, ds. \end{cases}$$

En se reportant aux développements donnés dans notre Mémoire, *Applications de la géométrie cinématique à la théorie des surfaces engendrées par une courbe variable* (*Journal de l'É. P.*, 1912), on voit que la condition néces-

saire et suffisante pour que l'hélice génératrice indéformable constitue un des systèmes d'asymptotiques de la surface, est que la relation

$$L\cos\chi + M\sin\chi = \frac{N}{k} \tag{3}$$

entre la fonction χ et les fonctions $p, q, \ldots, w$ soit identiquement vérifiée. La méthode appliquée dans le Mémoire précité au problème de la recherche des hélices indéformables constituant une famille de géodésiques de la surface s'applique encore ici et conduit aux résultats suivants que je me borne à énoncer.

I. Théorème. — *Les seules surfaces admettant une famille d'asymptotiques constituée par des hélices superposables sont des hélicoïdes.*

II. En choisissant l'axe des x parallèle à la caractéristique du plan xOy, ce qui est possible comme le montre le théorème précédent, on a

$$q = 0, \qquad r = Cp, \tag{4}$$

et la fonction χ qui détermine la forme de la génératrice est définie par l'équation différentielle

$$\frac{\chi''}{\chi'^2}\left[\left(\frac{3k^2+2}{k}\right)\cos\chi - C\right] + \sin\chi\left[2k + \frac{k^2+1}{k}\left(\frac{\chi''}{\chi'^3}\right)'\right] = 0. \tag{5}$$

D'autre part, u, v et w sont alors déterminés par des équations du premier degré, de telle sorte qu'à une solution de l'équation (5) correspondent une génératrice et une surface répondant à la question.

III. En posant, pour simplifier les écritures,

$$\frac{3k^2+2}{k^2+1} = b^2, \qquad \frac{Ck}{k^2+1} = c, \qquad \frac{2k^2}{k^2+1} = a^2, \qquad f(\chi) = \frac{c - b^2\cos\chi}{\sin\chi}, \tag{6}$$

et faisant le changement de variables défini par

$$\frac{1}{\chi'^2} = e^{\sigma}, \tag{7}$$

l'équation (5) devient

$$\sigma'' + \frac{1}{2}\sigma'^2 - f(\chi)\,\sigma' = 2a^2 \qquad \left(\sigma' = \frac{d\sigma}{d\chi},\ \sigma'' = \frac{d^2\sigma}{d\chi^2}\right); \tag{8}$$

d'où le résultat suivant :

La résolution du problème que nous étudions se ramène à des quadratures et

à l'intégration d'une équation de Riccati. Si σ'_1 est une solution de l'équation (8), la génératrice est donnée par

$$(9)\quad \begin{cases} x=\displaystyle\int_{\chi_0}^{\chi}\left(\cos\chi\, e^{\frac{1}{2}\int_{\chi_1}^{\chi}\sigma'_1\,d\chi}\right)d\chi, & y=\displaystyle\int_{\chi_0}^{\chi}\sin\chi\, e^{\frac{1}{2}\int_{\chi_1}^{\chi}\sigma'_1\,d\chi}, \\ z=k\displaystyle\int_{\chi_0}^{\chi}\left(e^{\frac{1}{2}\int_{\chi_1}^{\chi}\sigma'_1\,d\chi}\right)d\chi & (\chi_0, \chi_1 = \text{const.}). \end{cases}$$

IV. L'équation (8) appartient à un type d'équations de Riccati dont l'étude analytique est très intéressante en elle-même, mais qui nous conduirait trop loin. Nous nous bornerons à signaler les deux cas suivants où l'intégration de l'équation (8) se ramène complètement aux quadratures.

1° Si $C=\frac{\varepsilon}{k}$ $(\varepsilon=\pm 1)$, l'équation (8) admet la solution particulière

$$(10)\qquad \sigma'=-\frac{2k^2}{k^2+1}\,\frac{(\varepsilon+\cos\chi)}{\sin\chi}\qquad (\varepsilon=\pm 1);$$

on sait donc la résoudre complètement mais nous nous dispenserons de développer la solution générale. A la solution particulière définie par l'équation (10) correspond la génératrice dont les équations peuvent, avec un choix convenable des axes, être mises sous la forme

$$(11)\quad \begin{cases} x=a\displaystyle\int_0^{\chi}\cos\chi\left(\frac{1}{2\cos^2\frac{\chi}{2}}\right)^{\frac{k^2}{k^2+1}}d\chi \\ y=a\displaystyle\int_0^{\chi}\sin\chi\left(\frac{1}{2\cos^2\frac{\chi}{2}}\right)^{\frac{k^2}{k^2+1}}d\chi & (a,\ \text{longueur constante}). \\ z=ak\displaystyle\int_0^{\chi}\left(\frac{1}{2\cos^2\frac{\chi}{2}}\right)^{\frac{k^2}{k^2+1}}d\chi \end{cases}$$

Si $k=1$, la courbe correspondante appartient à un cylindre du second degré.

L'étude complète du mouvement correspondant se ferait par la méthode développée dans le Mémoire précité.

2° Si $C=\varepsilon^2\frac{k^2+3}{k}$, l'équation (8) admet la solution particulière indé-

pendante de k :

(12) $$\sigma' = \frac{4(\varepsilon - \cos\chi)}{\sin\chi} \qquad (\varepsilon = \pm 1).$$

A cette solution correspond une génératrice qui n'est autre que l'hélice cubique gauche rencontrée dans le problème des hélices géodésiques indéformables. Nous trouvons ainsi une solution qui présente la particularité curieuse suivante : en animant la génératrice en question d'un certain mouvement hélicoïdal, elle décrit une surface dont elle est constamment une asymptotique; en l'animant d'un mouvement différent, plus général mais qui peut en particulier être hélicoïdal, on engendre une surface dont elle est constamment une géodésique.

PHYSIQUE. — *Aréomètre à immersion totale sans correction capillaire.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par S. A. S. le prince de Monaco.

On a beaucoup utilisé, et l'on utilise constamment en Océanographie, l'aréomètre pour la mesure des densités. En augmentant le volume du flotteur et en diminuant la section de la tige émergente, on augmente la sensibilité de l'appareil. Toutefois, les attractions capillaires qui s'exercent au point où la tige graduée traverse la surface du liquide, diminuent la précision de la méthode. Dans le cas de l'eau de mer, la tension superficielle est en effet d'environ 8^{mg} par millimètre de longueur. De sorte que, si l'on prend un instrument dont la tige a 3^{mm} de diamètre, c'est-à-dire environ 1^{cm} de circonférence, l'action capillaire atteint 80^{mg}, soit presque 1^{dg} : c'est donc une cause d'erreur à laquelle il faut obvier par des corrections calculées. Mais ces corrections sont incertaines, vu le grand nombre de facteurs qui peuvent agir d'une façon importante sur la valeur de la tension superficielle.

J'ai pensé qu'il serait possible de réaliser un aréomètre exempt de cette cause d'erreur, c'est-à-dire *immergé totalement*. On a bien essayé des instruments de ce genre, mais on obtenait l'immersion totale par une véritable manipulation, dans chaque cas. L'appareil que j'ai réalisé ne comporte aucune manipulation, mais seulement deux lectures de lunette. Il est basé sur l'élasticité d'un ressort d'acier, propriété qu'il a été possible d'utiliser aujourd'hui grâce aux précieuses qualités de l'acier *invar* dû à M. Ch.-Ed. Guillaume.

Un étrier en cuivre sert de support à l'appareil et est introduit dans une

éprouvette à section rectangulaire, dont les parois sont en glace de Saint-Gobain ; au bas de l'étrier est fixé une extrémité d'un ressort spiral, en fil d'*invar* plat ; l'extrémité supérieure de ce ressort est fixée à un anneau, soudé lui-même à un flotteur cylindrique en verre, lesté par du mercure. Ce flotteur, terminé par un fin bouchage à l'émeri, peut être ainsi réglé à un degré de flottabilité déterminée par addition ou soustraction de mercure ; dans tous les cas, l'ensemble du flotteur, toujours immergé, reste complètement au-dessous de la surface libre du liquide qui ne traverse aucune de ses parties.

Il constitue, en somme, un flotteur captif, retenu par un dynamomètre.

Pour mesurer l'effort qui, dans de faibles limites de mesures de densité de nos eaux de mer, est proportionnel à la flexion du ressort, on mesure simplement l'allongement de celui-ci à l'aide d'un cathétomètre, en pointant successivement les extrémités des deux crochets du spiral. Une première lecture est faite avec une eau de densité connue, D, soigneusement déterminée par la méthode du flacon, sur la balance de Rueprecht de l'Institut océanographique : on a alors une longueur l du ressort. On prend ensuite une seconde eau de mer, de densité D′ également déterminée : la longueur du ressort est alors l', et l'allongement de celui-ci est $l - l'$, correspondant à une différence de densité D — D′; l'appareil est alors prêt à servir, étant étalonné.

Voici un exemple de la sensibilité de l'instrument que j'ai fait construire à l'atelier de l'Institut océanographique par notre mécanicien, M. Demoy.

Le ressort se compose de 20 spires de ruban d'invar. Le ruban d'invar, qui m'a été fort aimablement donné par M. Guillaume, a $0^{mm},1$ d'épaisseur et $0^{mm},3$ de largeur. Les spires ont 15^{mm} de diamètre.

L'expérience de tarage a été faite avec deux eaux de mer, l'une de densité 1,02815, l'autre de densité 1,03218. La différence de densité était donc de 4,03 millièmes, la longueur de ressort, avec la première eau, sous la pression du flotteur, était de $81^{mm},50$ et avec la seconde eau, $140^{mm},22$. La différence, c'est-à-dire l'allongement dû à une variation de densité de 4 millièmes, était donc $58^{mm},72$.

Le cathétomètre employé donne le centième de millimètre : il provient des ateliers de la Société genevoise. On voit donc que l'instrument fournit environ une flexion de 15^{mm} pour une variation d'un millième dans la densité; avec la sensibilité de l'instrument cathétométrique, on peut donc connaître une densité à un millionième près, précision qui n'est, le plus souvent, pas nécessaire.

L'avantage du second appareil est dans la suppression de toute action capillaire, et dans la rapidité de lecture : le ressort une fois « taré » comme il est dit plus haut, tout se réduit à deux pointés et à deux lectures du

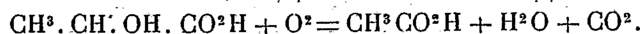
vernier. La rapidité de la mesure permet de négliger la variation de la température du liquide, celle-ci n'ayant par le temps de se produire.

Cet appareil se prête à merveille à la mesure des coefficients de dilatation des liquides, qu'il permet d'étudier d'une façon *continue*. Ajoutons enfin que, comme on est maître du nombre des spires du ressort et du volume du flotteur, on peut donner à l'instrument une sensibilité aussi grande qu'on le désire.

CHIMIE. — *Action de l'eau oxygénée sur l'acide lactique et le glucose.* Note de M. **Jean Effront**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1111) nous avons démontré que, dans un milieu alcalin, l'eau oxygénée décompose les matières albuminoïdes et les acides amidés, avec formation d'ammoniaque et d'oxyacides.

De nouveaux essais nous ont permis d'établir que la désamidation des matières albuminoïdes se fait également si le milieu est neutre ou acide, et que l'eau oxygénée agit avec plus de rapidité sur les oxyacides que sur leurs sels. Ainsi, la décomposition du lactate de soude par l'eau oxygénée est très lente et toujours incomplète, tandis que l'acide lactique se transforme très facilement en acide acétique, d'après l'équation :



$$CH^3.CH.OH.CO^2H + O^2 = CH^3CO^2H + H^2O + CO^2.$$

On obtient un rendement pour ainsi dire théorique : 100^g d'acide lactique donnent 65^g d'acide acétique, et *théoriquement* 66.

L'acide obtenu contient de faibles quantités d'alcool et d'aldéhyde.

Pour purifier les acides, on les a transformés en sels, puis redistillés en présence d'acide phosphorique.

Les courbes, d'après Duclaux, et l'analyse des sels d'argent, en nous donnant des résultats concordants, nous ont démontré que le produit obtenu est de l'acide acétique.

Voici la manière dont on a opéré :

Dans un ballon d'un litre relié à un refrigérant descendant, on introduit 10^g d'acide lactique dissous dans 100$^{cm^3}$ d'eau. On porte le liquide à l'ébullition et l'on introduit, à l'aide d'un entonnoir à robinet, 100$^{cm^3}$ d'eau oxygénée par 40 minutes.

On règle le chauffage de façon à maintenir un niveau constant du liquide dans le ballon.

La distillation continue tant que passent des acides.

Volume du liquide distillé.	Acidité du liquide. cm³ de soude normale.	Réaction avec nitrate d'argent ammoniacal.
cm³		
400	32	Très faible réduction.
400	33	Très forte réduction.
200	16	Id.
400	21	Id.
200	7	Pas de réduction.
100	0	

Le distillat recueilli est neutralisé; on y ajoute du peroxyde de manganèse pour décomposer l'eau oxygénée.

Le liquide est ensuite redistillé à plusieurs reprises dans une colonne de rectification, jusqu'à ce que le dernier distillat marque 4° à l'alcoomètre; il réduit fortement le nitrate d'argent, fournit de l'iodoforme et donne, avec le chlorure de benzoyle, l'odeur caractéristique du benzoate d'éthyle.

Pour caractériser l'alcool, on a traité environ 200g d'acide lactique. Le benzoate d'éthyle obtenu après lavage et dessiccation a été saponifié; l'alcool résultant ne réduit plus le nitrate d'argent et fournit de l'iodoforme en abondance.

Quoique le rendement en alcool ne soit que de 1 à $1\frac{1}{2}$ pour 100 de l'acide lactique, il y a lieu d'admettre que, par l'action de l'eau oxygénée, ce dernier se dédouble en acide carbonique et alcool, et que l'acide acétique provient de l'oxydation de l'alcool.

Les résultats obtenus avec l'acide lactique nous ont amené à étudier l'action de l'eau oxygénée sur le glucose.

R.-S. Morrell et J.-M. Crafts (1) ont établi que le glucose est oxydé par le bioxyde d'hydrogène, en présence de sulfate ferreux, avec formation de glucosone. La présence d'alcool n'a pas été constatée par ces savants. En traitant le glucose en solution à 10 pour 100, dans des conditions analogues à celles employées pour le traitement de l'acide lactique, nous avons établi, au contraire, qu'il se forme de notables quantités d'alcool. Le rendement en alcool est, par sucre détruit, de 1 à 9 pour 100, suivant la rapidité avec laquelle l'alcool formé est entraîné dans la distillation.

En dehors de l'alcool et de l'aldéhyde, les produits de la distillation du glucose contiennent des acides formique et acétique, dans les proportions de 2 (acide acétique) pour 8 (acide formique).

Si l'on arrête la distillation au moment où la moitié du sucre seulement

(1) *Proceedings of the chemical Society* (London), 15, 1889, 99-100.

est transformé, on trouve 60 (acide volatil) et 29 (acide oxalique) pour 100 de sucre détruit.

Au moment où 90 pour 100 du sucre est détruit, la proportion d'acide oxalique descend à 7 pour 100; elle disparaît complètement avec la transformation totale du sucre.

Le rendement en acide volatil est assez constant; depuis le début de l'oxydation, il reste dans les proportions de 60 à 63 pour 100 du sucre détruit.

En résumé, sous l'action de l'eau oxygénée, l'acide lactique se transforme intégralement en acide acétique; le glucose fournit les acides acétique, formique et oxalique. Dans les deux cas, il y a formation d'alcool.

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches éruptives du sud de Madagascar.* Note de M. **J. Giraud**, présentée par M. A. Lacroix.

Au cours de la mission dont j'ai été chargé en 1910-1911, dans le sud de Madagascar, par le Ministère des Colonies, j'ai recueilli des observations nouvelles sur les roches éruptives et la géologie de cette région encore mal connue au point de vue scientifique. La présente Note est consacrée aux roches éruptives.

Les basaltes qui, seuls, avaient été signalés dans le Sud, y sont en réalité très rares. Les roches dominantes sont les diabases, les andésites, les andésilabradorites, les rhyolites, avec quelques néphélinites, norites et troctolites; cette dernière roche a été signalée par M. A. Lacroix en 1907.

Les appareils volcaniques ont été partout détruits par les érosions; il ne reste que des necks, sills, coulées ou brèches éruptives, avec rares produits de projections.

Les phénomènes volcaniques ont été particulièrement intenses à l'Ouest, dans la région du Sakondry, où l'on observe des andésilabradorites augitiques et, à l'Est, dans l'Androy, entre Antanimoro, Imanombo, Tsivory et Ifotaka, sur le Mandrare, où dominent les diabases, andésites, rhyolites. Les néphélinites et norites, plus localisées, sont un peu en dehors de ce massif.

Les andésilabradorites augitiques sortent le long d'une grande faille qui longe à l'Ouest la rivière Sakondry. Cette faille se poursuit au sud de l'Onilahy et a donné passage aux mêmes roches dans le bassin du Menarandroe, affluent de gauche de l'Onilahy. Une cheminée éruptive se voit nettement

à l'ouest du village de Tanilehy, où l'on constate, sur le flanc oriental, des projections dans les calcaires crétacés, des *pépérites* provenant de l'injection du magma andésitique dans les marnes et, vers la partie supérieure, une coulée se dirigeant vers l'Ouest et interstratifiée dans les couches supérieures du Crétacé. Des phénomènes secondaires : filonnets de calcite, de gypse, existent au voisinage de cette cheminée.

Ces andésilabradorites augitiques sont des roches à grain fin, de couleur foncée, formées à peu près exclusivement de petits microlites d'andésine-labrador, de grains et parfois de microlites allongés d'augite et de grains de magnétite; il n'y a pas de phénocristaux; le verre est peu abondant.

Les diabases se rencontrent au milieu des gneiss, en filons ou en necks, un peu au sud d'Antanimoro et deviennent de plus en plus nombreuses à mesure que l'on se rapproche du volcan antandroy dont elles forment la partie septentrionale du soubassement. Elles se présentent en général sous l'aspect de roches foncées, à aspect grenu. Au microscope, la structure ophitique est nette : de gros microlites et parfois des phénocristaux maclés et brisés de feldspath (oligoclase à andésine, exceptionnellement labrador) sont enchevêtrés et emprisonnent des microlites allongés et souvent maclés d'augite, parfois de diopside, avec grains ou baguettes de magnétite. Dans les diabases à olivine qui forment des masses importantes entre Imanombo et Tsivory, les feldspaths sont un peu plus basiques et semblent provenir de deux temps distincts : les plus gros, plus anciens, sont plus basiques (labrador). L'augite en grands microlites abonde ; l'olivine est disséminée en grains avec la magnétite.

Dans ces roches, le verre existe parfois dans les filons plus minces et l'on peut observer toutes les formes de passage aux andésites qui semblent dériver du même magma et représenter les formes à refroidissement plus rapide.

Les rhyolites forment la plus grande partie du volcan antandroy que M. Gautier a décrit, mais qu'il croyait basaltique. Plusieurs centres éruptifs caractérisés par des brèches ignées et quelques produits de projections peuvent être reconnus l'un au nord de Ranomainty et deux autres entre ce village et Ifotaka dans la boucle du Mandrare. Les coulées sont particulièrement nettes à la montagne de l'Ivohisombe. Les rhyolites ont tantôt l'aspect de microgranites (au sud de Tsivory), tantôt l'aspect cordé, mais le plus souvent elles sont rubanées par suite de quartzification secondaire. Elles sont formées de phénocristaux d'orthose et de quartz souvent brisés, disséminés dans une pâte ou un verre sphérolitique. Des produits de pro-

jection stratifiés existent près de Ranomainty, au Nord, et, plus au Sud, dans la région des brèches.

Les néphélinites, qui s'observent un peu au sud de Bekily, sont formées de grains de titanaugite et d'olivine entourant de grands cristaux de ces minéraux ; la magnétite est abondante ; il y a un peu de néphéline ; le verre, assez rare, est transparent.

La norite se trouve au voisinage d'un neck de diabase, dans les gneiss amphiboliques, au torrent de l'Ilaha, au sud-ouest d'Antanimoro. C'est une roche grenue, formée d'enstatite englobant des cristaux courts, isométriques, de plagioclase, d'augite, de hornblende, d'olivine, de magnétite.

Les andésilabradorites du Sakondry ont fait éruption pendant le Crétacé inférieur. Quant aux roches du volcan antandroy, les diabases et les andésites associées sont antérieures aux rhyolites. Toutes ces roches ont traversé des calcaires sans fossiles, mais qui paraissent identiques à ceux de la région du Cap Sainte-Marie et qui sont probablement miocènes. Des projections volcaniques empâtées dans ces calcaires montrent leur contemporanéité avec les phénomènes éruptifs.

On peut remarquer que ces roches du sud de Madagascar sont très différentes des roches sodiques si intéressantes du nord de l'île et aussi de celles du centre que M. A. Lacroix vient de faire connaître.

PHYSIQUE AGRICOLE. — *Tension superficielle et pouvoir mouillant des insecticides et fongicides. Moyen de rendre mouillantes toutes les bouillies cupriques ou insecticides.* Note de MM. **V. Vermorel** et **E. Dantony**, présentée par M. J. Violle.

La tension superficielle d'un liquide ne suffit pas à en déterminer le pouvoir mouillant. C'est ce que, poursuivant nos travaux [1], nous avons constaté dans des cas nombreux et particulièrement intéressants.

Ainsi, pour mouiller le soufre sublimé, les solutions d'oléate de soude doivent fournir au moins 142 gouttes à notre stalagmomètre (66 gouttes pour l'eau distillée); pour atteindre le même résultat, les solutions de taurocholate de soude doivent donner seulement 96 gouttes.

Des solutions de tension superficielle différentes ont donc le même pouvoir mouillant.

---

[1] V. Vermorel et Dantony, *Comptes rendus*, 1910 et 1911.

Une solution de saponite du *Sapindus*, à 4 pour 1000 (101 gouttes), mouille les feuilles de Gamay et ne mouille pas le soufre; une solution d'oléate de soude pur à 2,5 pour 10000 (142 gouttes) ne mouille pas les feuilles de Gamay et mouille très bien le soufre.

Le pouvoir mouillant se manifeste donc très différemment suivant la nature ou l'état physique des substances à mouiller.

Nous devons ajouter que la numération des gouttes, appliquée aux émulsions, ne donne qu'une idée très vague de leur pouvoir mouillant.

Une émulsion de pétrole à 1 pour 100, dans la saponine à 4 pour 1000, donne 121 gouttes et mouille plus mal les feuilles que la simple solution de de saponine qui ne donne cependant que 101 gouttes.

Lorsque les gouttes d'une telle émulsion sortent d'un orifice capillaire, une mince couche de la substance émulsionnée se répartit à la surface de la goutte et en modifie la tension superficielle.

Cette émulsion, pulvérisée sur une feuille, enduit celle-ci d'une mince couche de pétrole qui empêche tout contact intime avec les liquides cupriques. L'émulsion de pétrole, excellente par ailleurs, loin de favoriser la répartition uniforme du produit cuprique, l'entrave.

Les végétaux ne se mouillent pas tous avec la même facilité et il y a lieu, à ce point de vue, de faire les distinctions suivantes : 1° le liquide peut toucher la feuille ; 2° le liquide peut rester sur la feuille sans la toucher.

Dans le premier cas, la goutte s'étale sur la feuille (eau sur feuille de pomme de terre), ou se rassemble en boule (eau sur feuille de vigne).

Dans le deuxième cas (eau sur feuille de chou), on voit très nettement une couche d'air interposée entre la goutte et la feuille. Il n'y a pas contact, parce que la feuille est recouverte d'aspérités sur lesquelles reposent les gouttes, la distance de deux aspérités étant de l'ordre de grandeur du rayon de la sphère d'activité moléculaire (Ollivier).

Or les surfaces de la deuxième catégorie, à l'inverse de ce qu'on pourrait supposer, ne sont pas toujours les plus difficiles à mouiller; certaines solutions (oléate de soude à 142 gouttes) mouillent les feuilles de chou sans pouvoir mouiller les feuilles de vigne.

Le pouvoir mouillant des solutions, à l'égard des végétaux, nous paraît dépendre moins de la tension superficielle que de la viscosité superficielle au sens de Plateau.

En effet, nous avons réussi à fabriquer, par un procédé utilisable à la ferme, un savon à l'huile de ricin dont la solubilité dans l'eau dépasse 80 pour 100; ce savon donne des solutions de tension superficielle faible

(150 gouttes), mouille extrêmement bien le soufre et ne mouille pas les feuilles de vigne : *sa viscosité superficielle est faible.*

D'autre part, les solutions de saponine à 101 gouttes, de tension superficielle déjà élevée, par conséquent, mouillent très bien les feuilles de vigne sans mouiller le soufre : *leur viscosité superficielle est très grande.*

Il était, dès lors, indiqué de chercher, pour mouiller les végétaux, une solution de grande viscosité superficielle.

Nous nous sommes adressés à la gélatine qui, à la dose de 1 pour 10000, nous a donné une solution dont la tension superficielle ne diffère pas sensiblement de celle de l'eau et qui mouille parfaitement bien les feuilles de vigne, pubescentes ou non.

L'importance pratique de ce résultat nous paraît considérable; il suffit d'ajouter, à 1 hectolitre d'une bouillie quelconque acide, neutre ou basique, de 10^g à 50^g de gélatine préalablement dissoute dans un peu d'eau chaude, pour obtenir une mixture mouillant très bien les feuilles de vigne et les jeunes grappes.

La gélatine est infiniment plus active que les saponines et les savons; elle est moins coûteuse et plus facile à employer.

Comme conclusions : *Le pouvoir mouillant d'une solution à l'égard des végétaux dépend plutôt de la facilité avec laquelle cette solution donne des lamelles liquides et de la résistance de ces lamelles que de la tension superficielle.*

Ce que l'on sait du pouvoir mouillant d'une solution à l'égard d'un végétal ou d'un organe déterminé, ne permet pas de prévoir ce qu'il sera pour d'autres végétaux et d'autres organes.

BOTANIQUE. — *Sur l'Oïdium des Chênes* (Microsphæra quercina). Note de MM. G. **Arnaud** et E. **Foëx**, présentée par M. L. Mangin.

Dans une précédente Note [1] nous avons indiqué que l'Oïdium des Chênes européens, dont nous avions trouvé les périthèces, appartient au *Microsphæra quercina* (Schweinitz) Burrill, champignon connu depuis longtemps sur les Chênes de l'Amérique du Nord. MM. Griffon et Mau-

---

[1] Arnaud et Foëx, *Sur la forme parfaite de l'Oïdium du Chêne en France* (*Comptes rendus*, 15 janvier 1912).

blanc, qui avaient donné à la forme conidienne le nom d'*Oïdium alphitoïdes*, ont cru devoir créer, pour les périthèces, celui de *Microsphæra alphitoïdes* (1). Nous ne les suivrons pas dans cette voie.

Tout en faisant observer que les différents auteurs qui se sont occupés des *Microsphæra* des Chênes paraissent avoir eu de l'espèce des notions différentes, nous pensons pouvoir établir comme suit la subordination des noms :

Microsphæra Alni (*sensu lato :* Salmon).

a. M. divers (*M. Alni* de l'Aune, etc.).

b. M. quercina; M. densissima :

1° *M. extensa;*
2° *M. abbreviata;*
3° *M. calocladophora.*

Il nous serait difficile de comparer ces diverses espèces sans fournir de dessins, si nous n'avions la bonne fortune de pouvoir nous appuyer sur ceux, d'ailleurs fort exacts, de MM. Griffon et Maublanc.

M. extensa et M. alphitoïdes. — D'après MM. Griffon et Maublanc, notre *Microsphæra* diffère de *M. extensa* par ses fulcres plus nombreux et courts. En vérité, les chiffres que nous avons relevés, 15 à 40 fulcres (en moyenne 18 à 20) pour les périthèces européens et 10 à 18 (en moyenne 12 à 15) pour les américains, prouvent qu'à l'égard du nombre il n'existe aucune différence bien importante. En ce qui touche la longueur des appendices, MM. Griffon et Maublanc relèvent, il est vrai, incidemment et sans le contester, un fait très important signalé par Salmon : certains échantillons de *M. extensa* ont des fulcres courts. C'est à la suite d'observations analogues que nous avons conclu à l'identité du Champignon européen et de celui d'Amérique. Nous avons eu tort d'après MM. Griffon et Maublanc, qui considèrent que, de ce qu'un *Microsphæra* à fulcres typiquement allongés présente parfois des échantillons à fulcres plus courts, ce n'est pas une raison suffisante pour les réunir à un autre *Microsphæra* à appendices toujours courts. En réalité, les conceptacles à appendices courts sont loin d'être exceptionnels chez *M. extensa* et, d'autre part, étant donné que notre *Microsphæra* n'est représenté jusqu'à présent que par un *petit nombre* d'échantillons récoltés dans une *seule* station, il nous paraît assez imprudent de dire, dès à présent, que ses fulcres sont *toujours* courts. La longueur des appendices des périthèces d'Érysiphacées est, semble-t-il, modifiée par certaines conditions de milieu; les régions américaines où se développe *M. extensa* sont plus humides que la localité du Gard où a été rencontré notre *Microsphæra*.

(1) GRIFFON et MAUBLANC, *Les Microsphæra des Chênes et les périthèces du blanc du Chêne* (*Comptes rendus*, 9 avril 1912). — GRIFFON et MAUBLANC, *Les Microsphæra des Chênes* (*Bull. Soc. Myc. Fr.*, 1er fascicule, 1912).

M. abbreviata et M. alphitoïdes. — On pourrait rapprocher notre *Microsphæra* du *M. abbreviata* dont les périthèces sont plus petits (110^{μ} au lieu de 130^{μ}), mais dont les fulcres sont également courts. MM. Griffon et Maublanc ont signalé des différences dans le mode de ramification de ces appendices; à cet égard, ils distinguent deux types chez *Microsphæra* :

Premier type (normal, Ex. *M. Alni* type). Des crosses terminent des rameaux ramifiés suivant une apparence de dichotomie.

Deuxième type (variété *Calocladophora* de Salmon). Des crosses sont insérées latéralement sur les rameaux principaux (crosses superposées).

M. alphitoïdes serait du premier type; *M. abbreviata* du second. Remarquons que Salmon considère la ramification de *M. abbreviata* comme normale et que tous les échantillons examinés par MM. Griffon et Maublanc étaient étiquetés *M. quercina*. Quoi qu'il en soit, on trouve dans l'exposé de MM. Griffon et Maublanc des contradictions importantes : « En réalité, cette différence bien visible que nous signalons entre les formes de l'Aune (premier type) et des Chênes (*M. abbreviata*, deuxième type) n'est probablement pas aussi profonde qu'on pourrait le croire; nous pensons que, chez le *Microsphæra Alni* (premier type), il s'agit aussi de superpositions de crosses (deuxième type); mais la structure se trouve masquée et devient difficile à suivre. Pour confirmer cette manière de voir, il serait nécessaire de suivre le développement des fulcres. » Nous partageons, ici, entièrement l'avis de MM. Griffon et Maublanc, de même que quand ils disent à propos de *M. extensa* : « Les extrémités des fulcres sont ramifiées suivant un mode d'apparence dichotomique (premier type) qui ressemble à celui de *M. Alni* (*sensu stricto*), mais on peut cependant reconnaître moins nettement que chez *M. abbreviata* les crosses successives (deuxième type) ».

Et il est parfaitement exact que, dans les dessins de MM. Griffon et Maublanc, on voit nettement que les deux types se retrouvent sur les mêmes fulcres de la plupart des espèces, soit mélangés, soit distincts sur des rameaux particuliers. Il est difficile de comprendre qu'après avoir donné des détails aussi précis sur le peu de valeur de ces distinctions, ces auteurs s'en servent pour affirmer des différences spécifiques.

En résumé, il nous semble que l'étude de MM. Griffon et Maublanc démontre nettement l'exactitude de nos conclusions. A nos yeux, le nom de *M. alphitoïdes* n'est qu'un synonyme appliqué à une espèce déjà trop richement pourvue de noms, puisque, suivant le choix qu'on peut faire et l'extension qu'on donne à l'espèce, on peut l'appeler *M. extensa; M. quercina; M. densissima; M. Alni*, etc. Le nom de *M. quercina* nous a paru le meilleur pour des raisons déjà indiquées.

Origine de l'Oïdium européen. — Des périthèces de *Microsphæra* sur Chêne ont été signalés à trois reprises : Passerini (Parme, 1875), Mayor (Suisse, 1899) et nous-mêmes (Gard, 1911). Pour MM. Griffon et Maublanc, il s'agirait là de trois espèces différentes; cependant ils remarquent : « Il pourra sembler un peu extraordinaire à quelques-uns que les Chênes

puissent héberger tant de formes voisines d'Erysiphées ». C'est notre avis, et il nous paraît également extraordinaire qu'à chaque observateur le Chêne ait présenté une espèce nouvelle.

En réalité, les périthèces de Mayor sont incomplètement développés et l'on ne peut rien en conclure. Ceux de Passerini sont plus intéressants. MM. Griffon et Maublanc n'ont observé que les fulcres à ramules encore rectilignes. Chez l'exemplaire des *Fungi Europæi* de l'Institut de Botanique de Montpellier, nous avons rencontré des fulcres adultes dont la ramification est identique à celle de notre *Microsphæra*.

Au sujet de l'origine de l'Oïdium des Chênes d'Europe nous maintenons donc les conclusions de notre première Note.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de l'alimentation sur la teneur en potassium et en sodium d'un chien.* Note de M. **P. Gérard**, présentée par M. Roux.

En 1873, Bunge, ayant observé que seuls les herbivores ont besoin d'un supplément de chlorure de sodium à leur alimentation, en avait conclu que ce besoin était dû à la nature chimique des aliments. Les grandes quantités de sels de potassium absorbés échangent partiellement leurs acides avec ceux des sels de sodium de l'organisme, et ces derniers, étant devenus des sels anormaux, sont éliminés. Les sels de potassium ont donc une action désodifiante. Cette théorie fut réfutée par Forster et Kemmerich puis par Kiirtz, mais ces réfutations reposaient sur des expériences mal faites dont Bunge montra toutes les erreurs. Plus tard, en 1896, Lapicque faisant un rappel de la Communication de Dibowsky et Demoussy sur l'emploi des sels de sodium comme condiments par les Congolais, attaque à nouveau la théorie de Bunge. Cette réfutation de Lapicque est d'ailleurs reprise par Fredericq. Ces auteurs prétendent que l'action désodifiante du potassium découverte par Bunge est absolument incompatible avec le fait que les habitants de l'État indépendant du Congo, de Berberati, etc., ne condimentent leur alimentation uniquement végétarienne qu'avec des sels de potassium. Il y a là une conclusion trop hâtive tirée de faits imprécis. L'alimentation des Congolais n'est pas uniquement potassique parce qu'elle est végétale. Beaucoup de végétaux, comme l'a d'ailleurs démontré Bunge, renferment 1 partie de sodium pour 6 de potassium, ce qui est suffisant pour maintenir le taux potassico-sodique d'un individu. On ne peut donc conclure à l'état d'inanition sodique de ces peuplades, sans posséder des bilans précis de leur alimen-

tation minérale. Afin d'apporter une contribution à cette étude, tout en évitant la critique que je viens de formuler, j'ai procédé à des expériences sur des animaux.

J'ai d'abord pris deux chiens nouveau-nés de la même portée, âgés de 8 jours. Après les avoir lentement acclimatés à des régimes différents, je finis par donner au chien A une alimentation végétale représentant une absorption de potassium 22 fois plus grande que l'absorption de sodium, au chien B une alimentation carnée ne représentant que deux fois plus de potassium que de sodium. Les chiens sont nourris ainsi pendant 1 mois. On fait une prise de sang; puis les régimes sont intervertis et l'on maintient les chiens aux nouveaux régimes pendant 2 mois. Vers la fin du dernier mois on exagère les régimes en ajoutant du chlorure de sodium à l'alimentation carnée et du phosphate de potassium à l'alimentation végétale. On sacrifie alors les chiens pour prélever leur foie et leur rein. Pendant le cours des deux derniers mois on a procédé à deux nouvelles saignées et dressé deux bilans, l'un de 4 jours, l'autre de 8 jours, des entrées et des sorties de potassium et de sodium. Nous résumerons rapidement l'ensemble de toutes les analyses. On pourra retrouver dans le Mémoire original le détail des expériences [1].

1° La composition minérale du sang reste remarquablement constante. L'organisme lutte avec succès contre l'invasion du potassium ou du sodium. L'action désodifiante des sels de potassium ne se manifeste pas sur le tissu sanguin.

2° Les deux bilans démontrent nettement que les sels de potassium soutirent du sodium à l'organisme.

a. Bilans du chien végétarien. — Le chien a absorbé en 4 jours 2g,574 de potasse et en a rejeté 2g,3376. Il en a donc gardé 0g,2364. Par contre, il a ingéré 0g,1152 de sodium et excrété 0g,116. Pendant la durée du bilan, le chien a augmenté de 250g, ce qui explique le potassium gardé. La perte en sodium est forte, puisque le chien a éliminé tout ce qu'il a pris, malgré l'augmentation de poids. Un seul fait paraît inexplicable, c'est que le chien ait pu former de nouveaux tissus tout en perdant du sodium. Mais il faut compter que ce bilan a été établi le surlendemain de l'interversion des régimes, et le chien qui pendant 1 mois avait reçu des aliments riches en sodium devait avoir encore à ce moment quelques réserves de sodium lui permettant de se développer. Dans le deuxième bilan, nous voyons qu'en 8 jours, il perd 0g,0827 de sodium, tandis que son poids n'a pas varié de 10g. Cette perte ne peut donc provenir que de la désodification de l'animal par les sels de potassium, qu'il absorbe à ce moment en grande quantité.

(1) *Thèse* Doct. ès sci. nat., Paris, 1912.

b. Bilans du chien carnivore. — Le chien conserve, dans les deux bilans dressés, du potassium et du sodium dans le rapport 1,5. Ce rapport correspond à celui des deux alcalins dans un chien normal.

3° Le chien végétarien perdant plus de sodium qu'il n'en absorbe tout en conservant un sang invariable; il faut donc admettre que la perte de sodium doit porter sur les tissus, comme le supposait d'ailleurs Bunge. L'analyse du foie et du rein des deux chiens nous a en effet montré une teneur en potassium remarquablement constante et un abaissement très net en sodium chez les chiens végétariens. Le rapport $\frac{K}{Na}$ du foie du chien végétarien $= 1,58$; il égale 1,28 chez le chien carnivore. Le rein du chien végétarien a pour rapport 1,53; celui du chien carnivore est de 1,25 seulement.

Ces résultats ont été confirmés par d'autres expériences sur des petits animaux permettant le dosage du potassium et du sodium dans l'animal entier. J'ai pris quatre lots de trois souris blanches, auxquelles j'ai donné comme nourriture du blé concassé arrosé de solutions de phosphate de potassium ou de chlorure de sodium, puis desséché. Par ce moyen, j'administre $6^g,56$ de potassium par kilogramme d'animal et par jour, tandis que je ne pouvais donner au chien que $0^g,4765$. De plus, je suis arrivé à des régimes presque exclusifs, puisque les souris mangeant le blé potassique ne prenaient que 0,0009 de sodium pour 0,056 de potassium. Après 50 jours de régime, on procéda à l'analyse des souris : on constate un abaissement du sodium dans les lots de souris nourries au blé potassique. Par contre, la teneur en potassium reste remarquablement fixe dans tous les lots examinés. Le rapport $\frac{K}{Na}$ des souris nourries au sodium et des souris témoins est respectivement égal à 1,54 et 1,47. Celui des souris nourries au potassium est de 2,41.

La théorie de Bunge attribuant une action désodifiante aux sels de potassium paraît donc exacte, puisque les animaux en état d'inanition sodique excrètent plus de sodium qu'ils n'en absorbent, si l'alimentation est riche en sels de potassium. Dans ces conditions, ils supportent mal cette inanition, les chiens maigrissent, les souris meurent.

Le sang conserve intégralement sa teneur en métaux alcalins malgré les variations minérales du régime. Les tissus, tout au moins le foie et le rein, subissent la désodification et témoignent d'une remarquable plasticité minérale, bien qu'ils baignent dans un liquide de composition constante. Il y aurait lieu de rechercher si quelque tissu ne joue plus spécialement le rôle de régulateur de la désodification.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mode de fixation du calcium par l'*Aspergillus niger. Note de M[lle] **Robert**, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente (¹) j'ai montré que lorsqu'on cultive l'*Aspergillus niger* sur du liquide de Raulin auquel on a ajouté un sel de calcium, ce calcium ne paraît avoir aucune action sur le développement de la mucédinée et que pourtant il est fixé par le mycélium, en totalité pour les doses faibles, en partie pour les doses élevées. Mes expériences ont rendu vraisemblable que la légère augmentation de poids du mycélium, que l'on constate dans ce dernier cas, est le résultat de la fixation du calcium sous la forme d'une combinaison simple. J'ai recherché quelle était la nature de cette combinaison.

Le fait que le calcium se retrouve tout entier dans les cendres à l'état de carbonate m'a permis de conclure qu'il ne s'agit pas là d'une simple absorption du sel de calcium (sulfate, nitrate, chlorure) ajouté au milieu de culture, mais que ce métal doit exister dans le mycélium combiné à un acide organique. Un certain nombre d'observations, entre autres celles de Duclaux (²) sur l'*Aspergillus niger* m'ont amené à penser que cet acide est l'acide oxalique. Du reste, dans mes expériences, l'augmentation de poids du mycélium correspond assez exactement au poids du calcium calculé en oxalate. J'ai donc dosé, dans les mycéliums, l'acide oxalique et le calcium pour me rendre compte si ces deux corps y existent dans le rapport où on les trouve dans l'oxalate de calcium.

J'ai extrait l'acide oxalique à l'état de sel de calcium par la méthode de Berthelot et André (³). J'ai vérifié, dans des expériences préliminaires, que le précipité, obtenu en suivant la méthode indiquée, est bien uniquement de l'oxalate. J'ai déterminé les quantités notables à l'état de carbonate et celles plus faibles par titrage au permanganate.

J'ai dosé, d'autre part, le calcium dans les cendres d'*Aspergillus*.

Il est bon de remarquer que les poids d'acide oxalique et de calcium que je veux comparer résultent de dosages faits sur des cultures différentes, mais placées dans des conditions aussi identiques que possible; ceci explique les petites variations qu'on peut constater dans les chiffres trouvés.

(¹) *Comptes rendus*, t. 159, p. 1175.

(²) Duclaux, *Chimie biologique*, 1883, p. 219.

(³) Berthelot et André, *Ann. de Chim. et Phys*, 6e série, t. X, 1887, p. 289.

J'ai effectué plusieurs séries d'expériences qui m'ont toutes donné des résultats absolument concordants ; l'acide oxalique trouvé dans le mycélium a toujours correspondu, aussi exactement que le permettent les conditions de l'expérience, au poids de calcium fixé.

En voici deux exemples :

Dans le premier cas, le calcium a été fourni sous forme de sulfate ; dans le deuxième cas, sous forme de nitrate.

Dans ces deux expériences, les cultures ont été effectuées sur 250$^{cm^3}$ de liquide placé dans des cuvettes cylindriques en porcelaine ; la température a été pour la première de 37°, pour la deuxième de 36° ; les cultures ont été arrêtées au bout de 5 jours.

Première expérience.

	A. Dosage du calcium.			*B*. Dosage de l'acide oxalique.		
Ca introduit dans 250$^{cm^3}$ du milieu.	Poids sec.	Ca fixé.	$C^2O^4Ca + H^2O$ correspondant.	Poids humide.	$C^2O^4H^2$.	$C^2O^4Ca + H^2O$ correspondant.
mg	g	mg	mg	g	mg	mg
0....	3,14	0,5	»	24,7	28,8	»
50....	3,25	41,2	150,3	23,8	99	160,6
100....	3,69	92,0	335,8	26,3	207,0	335,8

Deuxième expérience.

	A. Dosage du calcium.			*B*. Dosage de l'acide oxalique.		
Ca introduit dans 250$^{cm^3}$ du milieu.	Poids sec.	Ca fixé.	$C^2O^4Ca + H^2O$ correspondant.	Poids humide.	$C^2O^4H^2$.	$C^2O^4Ca + H^2O$ correspondant.
mg	g	mg	mg	g	mg	mg
0...	3,18	0,6	»	20,1	15,7	»
50...	3,35	40,4	147,4	22,4	91,8	148,9
100...	3,59	87,6	319,7	21,3	182,7	296,3

La petite quantité de calcium trouvée dans les témoins provient des produits employés que je n'ai pas cru nécessaire de purifier d'une manière particulière, étant donnée l'inactivité des petites doses de ce métal.

(Si l'on compare les quantités d'oxalate correspondant, d'une part, au calcium fixé et, d'autre part, à l'acide oxalique existant dans le mycélium, on remarque une concordance extrêmement nette entre ces nombres.)

Le fait que la quantité d'acide oxalique contenue dans le mycélium est beaucoup plus grande dans les cultures avec calcium que dans celles sans calcium semblerait prouver que la présence de cet élément a déterminé la formation de l'acide, mais l'interprétation doit changer si l'on tient compte non seulement de l'acide oxalique du mycélium, mais aussi de celui existant dans le milieu de culture.

C'est ce que montre l'expérience suivante :

Dans cette expérience, faite à 29°, sur 250^cm³ de liquide, j'ai dosé le calcium et l'acide oxalique dans des cultures de 2, 3 et 4 jours. Au bout de 2 jours, les quantités de Ca fixé et de $C^2O^4H^2$ formé étant pratiquement nulles, je donne seulement les résultats obtenus avec des cultures de 3 et 4 jours.

Cultures de 3 jours.

	Ca du mycélium.			$C^2O^4H^2$ du mycélium.			
Ca introduit dans 250$^{cm^3}$ du milieu.	Poids sec.	Ca fixé.	$C^2O^4Ca+H^2O$ correspondant.	$C^2O^4H^2$.	$C^2O^4Ca+H^2O$ correspondant.	$C^2O^4H^2$ du milieu de culture.	$C^2O^4H^2$ total.
mg	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg
0........	3,17	0,3	»	4,9	»	146,2	151,1
100........	3,38	23,6	86,1	54	87,6	28,1	82,1
Cultures de 4 jours.							
0........	4,08	0,5	»	23,4	»	375	398,4
100........	4,27	63,6	232,1	159,3	258,4	73,1	232,4

On voit nettement que la quantité d'acide oxalique, très faible dans les mycéliums cultivés sur milieu sans calcium, est, au contraire, assez considérable dans le liquide servant de substratum; c'est l'inverse pour les cultures effectuées en présence du calcium. Si l'on fait la somme de l'acide oxalique contenu dans le mycélium et le liquide, on voit que cette quantité est très sensiblement plus grande dans les cultures sans calcium que dans celles qui en renferment. Ce dernier fait a déjà été signalé par Wehmer ([1]), qui a étudié la question à un point de vue différent de celui où je me suis placée.

Donc la présence du calcium n'a pas déterminé la formation d'acide oxalique, mais, au contraire, une partie de cet acide, produit normalement par le Champignon, a été immobilisée par le calcium existant dans le milieu.

En résumé, quand on ajoute un sel de calcium au milieu de culture de l'*Aspergillus niger*, le métal donne, avec une partie de l'acide oxalique sécrété par la moisissure, de l'oxalate de calcium qui se fixe dans le mycélium. C'est à cette formation d'oxalate qu'est due presque intégralement l'augmentation de poids des récoltes de l'*Aspergillus* cultivé en présence de quantités notables de calcium.

([1]) Wehmer, *Bot. Zeit.*, 1891, p. 232.

ZOOLOGIE. — *Strongylose bronchique congénitale du mouton.* Note de M. **Neveu-Lemaire**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le Strongle filaire, *Dictyocaulus filaria* (Rudolphi, 1809), est un parasite fréquent des voies respiratoires du mouton. Les adultes, mâles et femelles, vivent dans la trachée et les grosses bronches; les embryons, mis en liberté dans ces organes, sont le plus souvent avalés avec les mucosités par leur hôte et arrivent au dehors avec les excréments, après avoir parcouru d'un bout à l'autre le tube digestif. De même que plusieurs auteurs, j'ai pu conserver ces embryons vivants pendant un certain temps et assister à leur première mue, mais leur évolution ultérieure n'est pas connue et l'on ignore par quelle voie s'effectue l'infestation d'un nouvel animal. Or, les faits que j'ai récemment observés viennent jeter quelque lumière sur cette question.

Le 11 février dernier, un agneau âgé de 4 jours meurt, ayant toujours été très faible depuis sa naissance, et dans la trachée se trouvent des adultes de *D. filaria*. Cet agneau n'ayant pas quitté la bergerie, sa contamination était difficile à expliquer et, même en admettant qu'elle ait eu lieu depuis sa naissance, il était impossible que les vers soient arrivés en si peu de jours à l'état adulte. Une seule hypothèse était donc plausible, c'était celle d'une infection congénitale.

Le 1er avril, j'eus l'occasion d'observer des Strongles de même espèce dans les voies aériennes d'une jeune brebis morte cachectique; cette brebis était pleine et son fœtus à terme hébergeait lui aussi dans sa trachée des adultes de *D. filaria*.

Mon hypothèse se trouvait donc ainsi vérifiée et, des deux cas précédents, il résulte que la contamination intra-utérine existe. Ces faits permettent d'expliquer par quelle voie se fait l'infestation. Jusqu'ici deux hypothèses étaient en présence. Dans la première, on admettait que la larve, arrivée dans le pharynx, passait directement dans la trachée et les bronches pour s'y tranformer en adulte. Dans la seconde, on pensait que la larve, introduite dans l'organisme, soit par la voie buccale, soit par la voie cutanée, arrivait dans le système circulatoire et était entraînée jusque dans les poumons, d'où elle gagnait les bronches et la trachée.

La possibilité d'une infection congénitale montre que cette seconde hypothèse doit être admise et que la larve passe une phase de son existence dans le torrent circulatoire.

Normalement les larves s'arrêtent dans le poumon, mais il peut se faire

que quelques-unes d'entre elles soient entraînées par les veines pulmonaires jusqu'au cœur et soient lancées dans la grande circulation. Certaines larves égarées peuvent ainsi gagner le placenta et passer dans les vaisseaux du fœtus, d'où il leur est facile de se rendre au poumon, puis dans les bronches et la trachée, où elles retrouvent un milieu favorable à leur développement.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles expériences sur la nature de la mémoire chez* Coris julis, *exécutées d'après la méthode de la substitution.* Note de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Ces expériences ont été faites toujours à l'aide de la technique que j'ai décrite ici même (1). En ce qui concerne la méthode de la *substitution* que j'ai appliquée aux expériences ci-dessous, elle représente la suite logique de ma méthode d'*élimination* (2).

Le dispositif de cette méthode de la *substitution* est le suivant :

1. J'immerge dans l'aquarium, contenant une seule Girelle (*Coris julis*), simultanément le cylindre *positif* (par exemple rouge, avec nourriture) et le cylindre *neutre* (par exemple jaune, sans nourriture). Cette opération, répétée quotidiennement pendant 30 jours, a comme résultat (*voir* Note 1) une fixation solide de la mémoire pour la couleur du cylindre *positif.*

2. A partir de cette époque j'ajoute aux deux cylindres précédents *un troisième* (sans nourriture) d'une couleur différente (par exemple aux cylindres rouge et jaune du paragraphe 1, j'ajouterai le cylindre vert) et que j'appellerai *cylindre « positif bis »*. Naturellement le poisson pénètre de suite dans le cylindre *positif* et s'empare de la nourriture cachée sous le cordon de soie.

3. Le lendemain de cette opération j'immerge les trois cylindres en question, mais *tous les trois sans nourriture.*

Le poisson entre à plusieurs reprises seulement dans le cylindre positif et y cherche la nourriture.

4. Le lendemain de cette réaction j'immerge les mêmes trois cylindres, *mais avec de la nourriture exclusivement dans le cylindre « positif bis »*. Même réaction qu'au paragraphe 3, mais durant les 4 à 5 jours suivants (avec le traitement du paragraphe présent), chez les différents individus, trois réactions différentes peuvent se produire : (*a*) le poisson pénètre constamment d'abord dans le cylindre *positif*, mais toutefois à partir du deuxième jour il trouve au bout de quelques minutes la nourri-

(1) *Comptes rendus*, 4 mars 1912.

(2) *Comptes rendus*, 29 avril 1912.

ture dans le cylindre *positif bis* et la mange; (*b*) le poisson pénètre d'abord dans le cylindre *positif*, aperçoit ensuite la nourriture dans le *positif bis*, y entre à mi-corps, regarde la nourriture et se retire sans la manger; il va ensuite de nouveau au cylindre *positif;* (*c*) le poisson pénètre uniquement dans le cylindre *positif* et ce n'est qu'au bout de 4 à 5 jours qu'il trouve la nourriture dans le *positif bis!* Toujours est-il que tout en pénétrant à plusieurs reprises d'abord dans le cylindre *positif*, au plus tard au bout de 4 à 5 jours (une seule fois c'était même 8 jours), il finit par trouver la nourriture dans le *positif bis* et la mange. Il s'agissait donc, par le procédé de ce paragraphe, de *remplacer* dans la mémoire du poisson *la couleur du cylindre « positif » par celle du « positif bis »*.

5^a. A partir de ce moment, j'immerge tous les jours d'abord *les trois cylindres sans aucune nourriture;*

5^b. 5 minutes après, les *mêmes trois cylindres*, mais *avec de la nourriture dans le « positif bis »*.

6. Les réactions, provoquées par les opérations du paragraphe 5^a, sont les suivantes : (A) si la mémoire est très solidement fixée pour la couleur du cylindre *positif* (§ 1), alors le poisson entre encore pendant plusieurs jours (8 à 12) consécutifs, dès l'immersion, dans le cylindre *positif*, y retourne plusieurs fois puis pénètre dans le *positif bis;* les 3 à 5 jours suivants le poisson s'élance d'abord vers le cylindre *positif*, y entre pour un instant et, se dirigeant aussitôt vers le *positif bis*, pénètre dans son intérieur et y cherche énergiquement l'appât; ensuite pendant 2 à 3 jours encore le poisson cherche d'abord, mais seulement, à l'extérieur du cylindre *positif*, puis il entre à plusieurs reprises dans le *positif bis;* 2 jours plus tard le poisson s'élance directement vers le *positif bis*, y pénètre et, à partir de cette date, ne prête *plus aucune attention au cylindre positif*. La mémoire pour la couleur de ce dernier cylindre est éteinte. (B) si la mémoire est moins solidement fixée (par exemple 8 à 10 jours de traitement du paragraphe 1), alors le résultat final du paragraphe 6 A est obtenu beaucoup plus rapidement (8 à 10 jours au lieu de 15 à 22 jours).

7. Les réactions, provoquées par le traitement du paragraphe 5^b, sont analogues à celles du paragraphe 6 A et 6 B à la même date, avec cette différence que le poisson mange la nourriture, cachée dans le cylindre *positif bis*, aussitôt qu'il pénètre dans ce cylindre.

De toute cette série d'expériences je tire les conclusions suivantes : à la suite des opérations, plus ou moins prolongées, du paragraphe 1 les processus associatifs se composent de trois éléments : 1° sensation de la nourriture; 2° sensation de la couleur du cylindre *positif;* 3° sensation de la couleur du cylindre *neutre*. Par les opérations des paragraphes 2, 3 et 4 j'introduis dans les processus associatifs du poisson un quatrième élément, la couleur du cylindre *positif bis*, qui, au début, joue presque le même rôle que la couleur du cylindre *neutre*. Le traitement du paragraphe 5 aboutit (comme le montre le paragraphe 6) *au remplacement*, dans les processus

associatifs du poisson, de la couleur du cylindre *positif* par celle du *positif bis*. Le résultat de cette substitution est finalement celui-ci : *la couleur* du cylindre *positif bis détermine la direction du mouvement coordonné du poisson* ayant pour but de saisir la nourriture.

Plus intéressant que ce résultat final est le déroulement même des réactions du paragraphe 6, car on constate qu'à un moment donné les *deux couleurs* (cylindre *positif* et *positif bis*) *ont la même valeur* pour déterminer la direction du mouvement coordonné de l'animal.

Ce sont surtout le temps et la façon dont *la substitution* d'une couleur par l'autre se produit, qui présentent un grand intérêt pour notre connaissance de la nature de la mémoire chez la Girelle.

GÉOLOGIE. — *Découverte de craie et de sables phosphatés dans le département de l'Yonne.* Note (1) de M. **Georges Negre**, présentée par M. Barrois.

La base du Sénonien supérieur, l'étage Aturien qui fait son apparition sur le cours inférieur de l'Yonne, comprend dans cette région deux assises bien distinctes :

Craie à *Bel. mucronata*	4. Calcaire dur, zone à *Magas pumilus* (5^m).
	3. Zone à *Micraster Brongniarti*, *Ostrea vesicularis* *Bel. mucronata* (25^m à 30^m).
Craie à *Bel. quadrata*	2. Zone à *Offaster corculum* (4^m).
	1. Zone à *Offaster pilula* (30^m à 40^m).

Mlle Augusta Hure ayant signalé, en 1910, des nodules phosphatés dans la craie des environs de Sens; c'est à la base de l'assise à *Belemnitella quadrata* que nous avons découvert, à 800^m au sud de l'église isolée de Saint-Martin-du-Tertre, à $1^{km},650$ à vol d'oiseau de la cathédrale de Sens, la craie et les sables phosphatés identiquement semblables aux gisements de Picardie.

La craie phosphatée vient au jour sur une épaisseur de $2^m,50$ à 3^m, vers 104^m d'altitude, elle fait partie de la zone à *Offaster pilula* comprise entre les zones à *Marsupites ornatus* et à *Galeola papillosa* (*Offaster corculum*), cette dernière zone visible seulement sur quelques mètres au-dessous des tombelles gauloises, vers 160^m d'altitude.

Le gisement affleure dans le haut du talus d'une crayère ouverte de janvier à mars

(1) Présentée dans la séance du 6 mai 1912.

1873, lors de la déviation de la route de Paron à Nailly pour la construction de la courbe du chemin de fer d'Orléans à Châlons-sur-Marne. La couche phosphatée apparaît sur 100^m de longueur environ, entre la borne hectométrique 9 et la borne kilométrique I du chemin de G. C. n° 26, longé ici par les lignes de l'Est, du P.-L.-M. et d'Égreville. L'Yonne coule à 800^m plus à l'Est; la gare de Sens est située à 600^m au Sud-Sud-Est.

La craie, à l'affleurement, est un peu plus jaunâtre, lorsqu'elle est humide, que les craies des gisements classiques du bassin de la Somme, mais elle est plus riche et titre de 39 à 42 pour 100 de phosphate tribasique de chaux ; elle est aisément lavable et enrichissable.

Cette craie occupe le centre d'un petit synclinal bien marqué aux lieux dits : *Le Chêne* et *L'Ardiot* (Côte Enverse du cadastre de la commune de Saint-Martin-du-Tertre, section D); en effet, la zone phosphatée noduleuse de l'assise à *Offaster pilula* se rencontre dans le chemin creux qui descend vers Sens et à quelques mètres de l'église de Saint-Martin-du-Tertre, vers 155^m d'altitude, cette zone s'abaisse du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est, vers le gisement (altitude 104^m), remonte alors légèrement et se retrouve à la *Rue de Chièvre* à 130^m d'altitude, puis, passant au *Chemin-Neuf*, aux crayères du Crot, elle atteint la côte 166^m sous la Chapelle-Saint-Bond, soit à $2^{km},560$ de l'Église de Saint-Martin. La base de l'assise à *Offaster pilula* serait à 137^m près Saint-Bond et à Paron.

Comme pour tous les gisements connus et exploités dans le Cambrésis, la Somme et l'Oise, les nodules titrant une moyenne de 40/45 se rencontrent au fond du gisement qui renferme un grand nombre de *Belemnitella quadrata*, d'*Ostrea*, des dents de Squalides (*Corax*, *Lamna*, *Otodus*, *Oxyrhina*) et quelques Spongiaires; dans la couche noduleuse de la base, épaisse de $0^m,15$ à $0^m,25$, on remarque d'assez gros cristaux de calcite.

La couche phosphatée située entre deux bancs puissants de craie blanche est un fait particulièrement saillant qu'on n'avait encore observé que rarement et qui rendra les recherches très difficiles. Il est probable que la couche atteint une plus grande épaisseur au centre même de la cuvette dont les parois, tapissées de nodules, sont aisées à suivre à travers champs et affleurent à plusieurs endroits.

La craie blanche mouchetée de glauconie encaissant le gisement se durcit quelques décimètres avant d'arriver au contact du phosphate et constitue alors ce que les phosphatiers désignent sous le nom de *tuf*.

Huit puits sont en cours d'exécution; une galerie commencée dans les affleurements du talus avance dans la craie titrant 35/40 et 40/45.

La zone à *Offaster pilula* atteint à Saint-Martin-du-Tertre une puissance de 35^m au moins, le gisement que nous décrivons dans cette Note est situé sur le prolongement du synclinal de l'Eure; l'anticlinal du Roumois aboutit non loin de là, entre Dollot et Villebougis.

La découverte de phosphate que nous venons de faire dans l'Yonne constitue un *centre nouveau* éloigné de 166^{km} au sud-sud-est des gisements d'Hanvoile; de 172^{km} d'Hardivillers (Oise) et de 194^{km} de Frohen-le-Grand (Somme), gisements les plus au sud de la grande bande phosphatée du nord de la France.

Ces phosphates du Sénonais ouvrent à l'Industrie française un champ d'exploration insoupçonné jusqu'alors et qui amènera certainement de nouvelles exploitations.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles recherches sur l'intensité de la pesanteur dans le sud-ouest de la France.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. B. Baillaud.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un résumé des nouvelles recherches que j'ai poursuivies en 1910 et 1911 (*Sur l'intensité de la pesanteur et ses anomalies dans le sud-ouest de la France*) dans le but de compléter les résultats que j'avais obtenus en 1909 [1].

L'ensemble total des séries d'expériences, échelonnées au cours des trois campagnes de 1909, 1910, 1911, s'élève à 216.

Dans celles de 1910 et 1911, j'ai eu principalement en vue :

1° De déterminer, à l'aide de nouvelles observations et en tenant compte de celles de 1909, l'intensité de la pesanteur à l'Observatoire de Bordeaux avec la *plus grande précision possible;* 48 séries d'expériences faites à l'Observatoire de Paris, 72 faites à l'Observatoire de Bordeaux concourent finalement à cette détermination extrêmement importante par ce fait que Bordeaux était choisi comme poste principal d'observation auquel toutes les autres déterminations devaient se rapporter;

2° D'étudier la faible anomalie (par défaut) constatée en 1909 dans la direction nord-ouest de Bordeaux, principalement vers Coutras et Cavignac. A cet effet, de nouvelles déterminations ont été obtenues dans la même direction, mais à une distance plus grande de Bordeaux; les stations choisies ont été Jonzac (Charente-Inférieure) et Chalais (Charente);

3° D'étudier la distribution de l'intensité de la pesanteur le long de la côte, dans la partie comprise entre l'embouchure de l'Adour et celle de la Gironde, avec Bayonne et Soulac comme stations extrêmes et Arcachon comme station moyenne dont la détermination a été reprise. A Arcachon et Bayonne il a été procédé, en 1910, à deux déterminations indépendantes, en vue d'un contrôle qui s'imposait pour des raisons spéciales.

En 1910 et 1911, comme en 1909, les instruments ont été mis obligeam-

---

[1] *Comptes rendus*, 10 janvier 1910.

ment à ma disposition par le Service géographique de l'armée. Le pendule employé est un pendule réversible et inversable du général Defforges.

La méthode d'observation a subi quelques modifications importantes. Nous avons porté de 8 à 16 le nombre des séries concourant à une même détermination; le pendule oscillant *pendant 24 heures autour d'un même couteau* avec un retournement toutes les 6 heures. Cette méthode, jointe à *la continuité* des observations [sans aucune interruption pendant 4 jours (¹)] élimine entièrement les erreurs provenant des inégalités dans les marches diurnes et nocturnes des diverses pendules de comparaison et même les erreurs intermédiaires dans les valeurs de $T - T'$ considérablement diminués.

L'éclairage de la pointe inférieure du pendule pour l'observation des coïncidences a été fait à distance avec un collimateur donnant l'image d'une fente lumineuse dans le plan de la queue du pendule. L'échauffement provenant de ce fait a été rendu ainsi entièrement négligeable.

Un perfectionnement que nous n'avons pu apporter, car il aurait fallu construire sur un autre plan la cloche à vide, mais qui nous paraît d'une certaine importance, serait le suivant : à chaque changement de série, lorsqu'on fait rentrer l'air dans la cloche à vide, la température, par le fait de la compression, s'élève d'environ $0°,3$; la cloche et le pendule s'échauffent et, lorsqu'on fait le vide à nouveau, l'équilibre met longtemps à s'établir puisqu'il ne peut s'établir que par rayonnement; le thermomètre donne alors des indications légèrement erronées. On éviterait cet inconvénient, si l'air pénétrant dans la cloche pour combler le vide était puisé contre la paroi extérieure de la cloche; le refroidissement de celui-ci compenserait par conductibilité, à travers la paroi métallique, l'échauffement de l'air intérieur. La cloche devrait donc être à double paroi; l'air destiné à combler le vide serait puisé dans l'intervalle des deux parois, d'ailleurs en communication avec l'atmosphère, et qui servirait de chambre de décompression.

Dans toutes nos expériences le vide était voisin de 10^{mm}, et conservé intégralement sans *variation appréciable* pendant chaque série. Le pendule reposait par son support sur un fort pilier en maçonnerie à fondations profondes, construit longtemps à l'avance dans chaque station. L'heure était obtenue par échange de signaux téléphoniques avec l'Observatoire, et précise à quelques centièmes de seconde.

(¹) Même pendant 8 jours (Paris, 1911).

Les résultats suivants, concernant les stations où plusieurs déterminations indépendantes ont été réalisées, donnent la mesure de la précision obtenue :

Stations.	Époques des observations.	Nombre des séries.	Durée de l'oscillation du pendule à 15° et réduites au vide absolu.	Moyennes.
Paris......	Novembre 1909	16	0,711 1470 (s)	0,711 1471 (s)
Paris......	Juillet et août 1911	32	0,711 1472	
Floirac....	Juillet, sept., nov. 1909	24	0,711 2814	
Floirac....	Juin, sept. 1910	24	0,711 2818	0,711 2816
Floirac....	Juin 1911	24	0,711 2816	
Arcachon..	Sept. 1909	8	0,711 2772	0,711 2766
Arcachon..	Juillet, août 1910	16	0,711 2763	
Bayonne...	Août 1910	8	0,711 3169	0,711 3168
Bayonne...	Août 1910	8	0,711 3167	

De l'ensemble des observations (1909, 1910, 1911), en ce qui concerne Floirac et Arcachon, et de celles de 1910, 1911, on peut tirer les résultats suivants relatifs aux nouvelles stations examinées :

Stations.	Latitude et longitude.	Altit.	Nombre des séries.	g observé.	g réduit (¹) à 0m d'altitude.	g calculé (¹).	Différence.
Paris.........	48°50′11″ / 0. 0. 0	61m	48	9,81000	9,81012	9,81012	»
Floirac.......	44.50. 7 / 2.51.37	72	72	9,80629	9,80646	9,80650	—0,00004
Chalais........	45.16.28 / 2.17.46	45	8	9,80680	9,80689	9,80691	—0,00002
Jonzac........	45.26.44 / 2.46.16	35	8	9,80704	9,80711	9,80706	+0,00005
Soulac........	45.31. 0 / 3.27.36	8	8	9,80712	9,80714	9,80713	+0,00001
Bayonne......	43.29.40 / 3.48.14	3	16	9,80532	9,80532	9,80530	+0,00002
Arcachon.....	44.39.36 / 3.30.36	23	24	9,80643 (²)	9,80647	9,80635	+0,00012

(¹) La réduction à 0m d'altitude est faite d'après la formule de Bouguer et la valeur normale de g calculée d'après la formule

$$g_{\varphi'} = g_{\varphi} + 0,02597\,(\cos 2\varphi - \cos 2\varphi').$$

(²) Une erreur dans les calculs de réduction avait conduit, pour cette station et pour les observations de 1909, à un nombre erroné.

De ces résultats, joints à ceux résultant des observations de 1909, on peut tirer cette conclusion que *la pesanteur, rapportée à celle de Paris regardée comme normale, est très approximativement normale dans le sud-ouest de la France*, légèrement en défaut à l'intérieur des terres, légèrement en excès au bord de l'Océan.

L'anomalie la plus importante, mais d'ailleurs faible, constatée en 1909 aux environs de Coutras et Cavignac, reste localisée, ainsi qu'il résulte des déterminations obtenues à Chalais et Jonzac en 1910.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mai 1912.

Commemorazione del Socio straniero Maurizio Levy, letta dal Corrisp. Gaudenzio Fantoli, nella seduta del 14 aprile 1912. (Extr. des *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, Classe di Scienze fisiche, matematiche e naturali; 5e série, t. XXI, 1er sem., fasc. 7.) Rome, 1912; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Scientific Papers, by John-William Strutt, baron Rayleigh; t. V, 1902-1910. Cambridge, 1912; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Phytoplancton de l'Atlantique. Croisière du René, *septembre* 1908, par L. Mangin, Membre de l'Institut. (*Annales de l'Institut océanographique;* t. IV, fasc. 1.) Paris, Masson et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Carte des bancs et récifs de coraux (*Madrépores*), dressée sous les auspices de S. A. S. le Prince Albert Ier de Monaco, par M. L. Joubin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'Institut océanographique, exécutée par M. J. Morelli, dessinateur au Service hydrographique de la Marine, 1912; Échelle 1 : 10000000; feuilles I-V. Paris, Erhard frères. 5 feuilles in-plano. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

Travaux du Laboratoire central d'Électricité, publiés par P. Janet, avec une *Préface* de E. Bouty, Membre de l'Institut; t. II, 1904-1911. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouty.)

La crise de la natalité. Les familles nombreuses dans la généralité d'Alençon

avant la Révolution, par Louis Duval. Argentan, imp. Émile Langlois, 1912; 1 fasc. in-12. (Présenté par M. Labbé.)

A statistical investigation of cometary orbits, by William-H. Pickering. (*Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College*; t. LXI, part 3.) Cambridge, Mass., 1911; 1 vol. in-4°.

Die Erfahrungsgrundlagen der Lehre vom allgemeinen Gleichgewichtszustande der Massen der Erdkruste, von F.-R. Helmert. (*Sitzungsberichte der königl. preuss. Akad. der Wiss.*, t. XX, 1912, Berlin; 1 fasc. in-8°.

Die Spektren der Elemente bei normalem Druck, von Franz Exner und Eduard Haschek; Bd. I-III. Leipzig et Vienne, Franz Deuticke, 1911-1912; 3 vol. in-8°.

Observatorio de Marina de San Fernando. *Carta fotográfica del Cielo.* Zona — 7° : Hojas n°s 3, 6, 7, 27, 30, 34, 41, 43, 149 y 173; Zona — 5° : N°s 69, 70, 85, 95, 98, 111, 115, 124, 154 y 155.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando; Sección 2ª : *Observaciones meteorologicas, magneticas y sismicas, año* 1910. San-Fernando, 1911; 1 vol. in-4°.

Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam; n°s 64-65. Potsdam, 1912, 2 fasc. in-4.

Annalen der Schweizerischen meteorologischen Zentral-Anstalt, 1910. Zurich, Zurcher et Furrer; 1 vol. in-4°.

Institut météorologique royal des Pays-Bas. Annuaire : A. Météorologie; B. Magnétisme terrestre, 1910. Utrecht, Kemink et fils, 1911; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 13 Mai 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 21 (20 Mai 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 27 mai est remise au mardi 28.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Rapprochements entre les étoiles temporaires et le Soleil. Explication simple des étoiles temporaires.* Note [1] de M. H. **Deslandres**.

L'apparition récente d'une étoile nouvelle dans la constellation des Gémeaux a ramené l'attention vers les étoiles temporaires, et vers l'énigme toujours pendante de leur nature et de leur origine. Ces étoiles présentent toutes la même série de phénomènes, considérés jusqu'ici comme extraordinaires et dans l'ordre suivant :

1° L'étoile, jusqu'alors invisible ou très peu visible dans les plus grandes lunettes, prend subitement un vif éclat en quelques jours ou même en quelques heures.

2° Son spectre, aux tout premiers moments, est le spectre ordinaire des étoiles, constitué par un spectre continu que sillonnent des raies noires, ces raies noires étant, il est vrai, peu nombreuses et assez larges. Puis, bientôt, il offre en plus les radiations brillantes des protubérances solaires et extrêmement intenses.

3° Ces raies protubérantielles sont en réalité doubles, chaque raie

---

(1) Reçue dans la séance du 13 mai 1912.

brillante étant doublée d'une raie noire. De plus, la raie brillante est déplacée fortement vers le rouge par rapport à la raie terrestre correspondante, et la raie noire au contraire est fortement déplacée vers le violet. La grandeur de ce déplacement est variable d'un jour à l'autre; mais le sens de ce déplacement reste toujours le même. Souvent aussi les raies brillantes et noires sont renversées, et de manière dissymétrique.

4° L'étoile, après avoir crû rapidement, perd ensuite son éclat, mais peu à peu, avec une certaine lenteur. Dans cette seconde phase, qui peut durer plusieurs mois, le spectre a d'abord comme caractère principal les raies brillantes des protubérances qui s'affaiblissent en même temps que l'étoile entière; puis à un certain moment on voit apparaître les raies brillantes des nébuleuses, d'abord très faibles. Mais ces raies nébuleuses augmentent progressivement, alors que les raies des protubérances continuent à diminuer et le spectre final ne contient plus que la lumière des nébuleuses gazeuses.

Les faits précédents, au premier abord très singuliers, ont été discutés de toutes les manières; et, pour les expliquer, la plupart des auteurs ont admis la rencontre ou l'approche, soit de deux étoiles, soit d'une étoile et d'une nébuleuse. Le rapprochement des deux astres, primitivement obscurs, provoque des phénomènes intenses de marée et finalement un embrasement général [1]. Si l'on excepte le cas extrême où la ligne joignant les deux astres est perpendiculaire au rayon visuel, l'un des astres s'éloigne de la Terre, et l'autre s'en rapproche, ce qui donne une explication relativement simple du grand déplacement vers le rouge de la raie protubérantielle brillante et du grand déplacement vers le violet de la même raie protubérantielle qui apparaît noire tout à côté. Cependant on comprend mal pourquoi les deux déplacements vers le rouge et vers le violet sont toujours très grands, et pourquoi l'astre qui émet les raies brillantes est toujours celui qui s'éloigne de la Terre.

D'autres auteurs ont fait intervenir aussi une pression intense développée dans les gaz lumineux de l'atmosphère stellaire. On sait, en effet, par les recherches de laboratoire que, aux pressions très hautes, la raie brillante du gaz est déplacée vers le rouge et est parfois doublée d'une raie noire sur son côté violet (Wilsing, Duffield). Mais cette raie noire n'est pas déplacée

(1) Au début de l'observation spectrale de ces étoiles, on a même admis l'intervention d'un nombre d'astres supérieur à deux.

vers le violet par rapport à la raie terrestre ordinaire émise aux basses pressions, ainsi que dans la nouvelle étoile.

En réalité, les explications proposées jusqu'ici sont insuffisantes. Je suis ainsi conduit à en proposer une autre qui a les avantages suivants : elle est plus simple, car elle met en jeu, non pas deux ou plusieurs astres, mais un seul et elle explique mieux les détails du phénomène. De plus, elle s'appuie sur l'observation journalière de l'atmosphère solaire et des couches supérieures de cette atmosphère; elle s'appuie sur ce fait, exposé en détails plus loin, que l'atmosphère solaire offre journellement les principaux phénomènes des étoiles nouvelles, mais en très petit, sur une très petite échelle. Ce rapprochement, qui est l'objet principal de la Note actuelle, est intéressant par lui-même, en dehors de toute explication des étoiles temporaires.

J'ai déjà exposé autrefois, en 1892 et 1894, des idées similaires, mais plus vagues, après l'apparition (en janvier 1892) de l'étoile nouvelle du Cocher, qui a été la première étoile de ce type étudiée avec soin par la photographie spectrale. Les lignes brillantes de l'hydrogène et du calcium dans cette étoile excitaient l'étonnement; car les étoiles à raies brillantes ou notées comme telles dans les catalogues sont, en réalité, très rares; elles forment un chapitre spécial dans les classifications. Or, au même moment, je poursuivais sur le Soleil les recherches qui ont conduit à la révélation et à la photographie journalière de la chromosphère projetée sur le disque, non seulement extérieure au bord, mais intérieure.

J'ai annoncé, en février et mars 1892 (*Comptes rendus*, t. 114, p. 276 et 578), la présence de raies brillantes renversées, à l'emplacement des facules du disque; et j'ai pensé aussitôt que ces raies brillantes pouvaient se retrouver dans le spectre de la lumière générale du Soleil, ou dans le spectre que donnerait le Soleil, s'il était aussi éloigné de nous que les étoiles.

On obtient ce spectre, comme on sait, en dirigeant simplement le spectrographe et son collimateur vers le centre du Soleil, sans l'interposition d'aucun objectif de projection, et l'expérience ainsi conduite a donné le résultat attendu, mais seulement avec un appareil de grande dispersion. Dans la lumière générale du Soleil, les larges raies noires H et K du calcium offrent une raie double renversée, qui est très faiblement brillante, mais enfin brillante (*Comptes rendus*, t. 115, 1892, p. 222).

Le Soleil, contrairement à ce que l'on croyait jusqu'alors, est donc une étoile à raies brillantes; et, comme les étoiles jaunes analogues au Soleil forment environ le tiers des étoiles du ciel, cette propriété s'annonce

comme assez générale; elle exige seulement, pour être reconnue, une dispersion plus grande que celle habituellement employée dans la reconnaissance des spectres stellaires.

Cette raie brillante renversée, photographiée en 1892, représente, dans la lumière générale du Soleil, la lumière spéciale de sa chromosphère entière; or, ainsi que je l'ai annoncé en 1894 (*Comptes rendus*, t. 119, p. 457), elle est dissymétrique; la petite roue noire centrale de renversement, appelée H_3 ou K_3, n'occupe pas le milieu de la raie brillante H_2 ou K_2. Ainsi le Soleil offre, mais en très petit, deux des particularités spectrales signalées dans les étoiles temporaires.

Ce premier résultat a été publié de 1892 à 1894. Or, les recherches ultérieures, plus étendues, sur la chromosphère entière du Soleil et sur sa couche supérieure, permettent de compléter encore le rapprochement qui précède.

Les appareils enregistreurs de Meudon (grands spectrohéliographes et spectroenregistreurs de vitesses), organisés depuis 1908, donnent chaque jour les formes et les mouvements des vapeurs chromosphériques; ils relèvent dans la couche supérieure, d'une part les plages brillantes et noires des vapeurs, et, d'autre part, leurs vitesses radiales.

Dans ces images de la couche supérieure, les points où la raie K_3 est la plus brillante sont au-dessus des facules : sur ces points, en même temps, la raie K_3 est déplacée vers le rouge; ce qui implique une descente de la vapeur. Les points les plus noirs des images, d'autre part, ne sont plus les taches qui ont disparu, mais de longues lignes noires, appelées *filaments*. Sur les filaments, la raie K_3 est particulièrement noire, et de plus est déplacée vers le violet; la vapeur y est toujours ascendante.

La différence entre les vitesses de descente et d'ascension prises avec leurs signes est en moyenne de 3^{km} ou 4^{km} par seconde; et sur certains points, qui offrent ce qu'on appelle une *perturbation* (1), elle dépasse 100^{km} par seconde. Mais, d'une manière générale, on peut dire que la couche supérieure offre, mais en très petit, les déplacements de la raie brillante vers le rouge, et de la raie noire vers le violet, qui ont si fort étonné dans les étoiles nouvelles. Il suffit de supposer ces phénomènes intensifiés pour

(1) Voir *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1635. Cette différence de vitesse radiale est la plus grande qui ait été enregistrée à Meudon sur le disque même de l'astre; mais, au bord solaire, on a constaté plusieurs fois déjà des ascensions de protubérances avec des vitesses voisines de 600^{km} par seconde.

obtenir, même avec une faible dispersion, la séparation nette des deux raies brillante et noire, qui correspond, dans l'étoile temporaire, à une différence de vitesse voisine de 1000^{km} par seconde. On retrouve ainsi une des particularités spectrales les plus curieuses de la nouvelle étoile.

Je suis ainsi conduit à une explication des étoiles temporaires qui ne fait intervenir qu'un seul astre. Cet astre est une étoile déjà refroidie, qui présente une écorce solide, relativement mince. Sous l'influence de causes diverses, l'écorce se brise; et les gaz intérieurs incandescents, maintenus primitivement sous une forte pression par l'écorce, font brusquement irruption à l'extérieur, et forment pendant quelque temps une atmosphère très dense, très brillante, animée de mouvements analogues à ceux de l'atmosphère solaire, mais beaucoup plus rapides. Mais l'écorce en dessous se reforme, et l'atmosphère, qui n'est plus alimentée par le noyau intérieur très chaud de l'astre, se refroidit, se condense et perd peu à peu son éclat. En un mot, l'apparition de l'étoile temporaire serait simplement une éruption volcanique généralisée, beaucoup plus étendue et importante que celles qui se produisent parfois sur une région très restreinte de notre Terre.

Ce rapprochement donne lieu à quelques remarques complémentaires. Les fissures de l'écorce rompue, supposées réparties sur la surface entière de l'astre, jouent le rôle du réseau de filaments et alignements solaires, lié intimement, comme on sait, avec les protubérances. C'est par ces fissures que les gaz comprimés s'élèvent et se répandent au dehors; en même temps, dans leurs intervalles, les gaz retombent et s'accumulent sous une forte pression. Même on doit attribuer en partie à cette forte pression le déplacement notable des raies brillantes vers le rouge ([1]).

Dans ces conditions, l'atmosphère de l'étoile nouvelle doit être le siège

([1]) Les filaments des couches supérieures solaires et les fissures de l'écorce stellaire ont ce point commun d'avoir des gaz ascendants. Dans le Soleil, l'ascension des gaz, parfois très rapide, se fait sur une petite portion de l'atmosphère; et la descente, relativement plus faible, a lieu sur des régions plus étendues. Il y aurait donc des différences avec la nouvelle étoile, mais ces différences disparaissent si l'on admet dans cette dernière une forte pression des gaz et un grand développement des fissures.

De plus, on peut faire l'objection suivante au rapprochement présenté et à ses conséquences : dans le Soleil, on a considéré seulement les couches supérieures et dans l'étoile l'ensemble des couches. Les couches solaires supérieures sont en effet les seules dont les mouvements soient faciles à reconnaître et actuellement bien déterminés. Mais, avec la forte pression supposée, l'objection perd sa valeur; le grand déplacement vers le rouge est subi par la lumière de toutes les couches.

de grands courants de convection; mais, toujours par analogie avec ce qui se passe dans le Soleil, cette atmosphère doit offrir en même temps d'autres mouvements généraux (voir à ce sujet le Tome IV des *Annales de l'Observatoire*, p. 107).

Dans l'atmosphère solaire supérieure, la matière gazeuse, ou plutôt la partie de cette matière qui est lumineuse (1), descend non seulement au-dessus des facules, mais au-dessus de la surface entière, quoique avec une vitesse moindre. Cette descente générale, entrevue depuis 1894, a été nettement mise en lumière par les belles mesures précises de Perot à Meudon, mesures qui se rapportent à plusieurs radiations et à plusieurs gaz. Elle est attribuée aux électrons, dits d'Arrhenius, qui sont attirés de tous les points de l'espace par la charge électrique positive de l'astre, et qui, ionisant les couches supérieures, communiquent aux ions formés une partie de leur vitesse. Il y a là une nouvelle cause de déplacement des raies brillantes vers le rouge, d'autant que le rayonnement ultraviolet, particulièrement riche dans la nouvelle étoile, doit provoquer une abondante émission d'électrons dans les nombreuses particules, formées par condensation.

D'une manière générale, d'après la théorie électronique ou corpusculaire du Soleil que j'ai ébauchée récemment (*Comptes rendus*, 1911, t. 152, p. 1433, 1542, et t. 153, p. 10), l'étoile nouvelle, à cause de la température momentanément élevée de sa surface et de son atmosphère, doit émettre, vers l'extérieur, en grande quantité, des ions positifs ou des électrons négatifs; et, sous l'influence de sa charge électrique totale, probablement positive, les ions et les électrons des deux signes se meuvent verticalement dans son atmosphère, les uns dans un sens, les autres dans l'autre sens, et tous ces mouvements peuvent expliquer aussi en partie les grands déplacements des raies spectrales vers le rouge et le violet dans la nouvelle étoile.

En résumé, avec un astre unique, on peut facilement rendre compte de toutes les particularités du phénomène, ou au moins de sa première partie. Quant à la transformation finale en nébuleuse, elle reste toujours mystérieuse; aucune des théories précédentes ne permet de la prévoir ou de l'expliquer (2). Même si l'on suppose, comme dans la théorie de Seeliger,

---

(1) On a de fortes raisons de croire que, dans les gaz, l'émission lumineuse est faite par les ions seuls ou même par certains ions, et donc par une partie très restreinte de la masse entière. Dans ce cas, les mouvements radiaux décelés par le spectre se rapportent non au gaz entier, mais aux ions seuls.

(2) L'incertitude qui plane sur la phase finale du phénomène est assez naturelle, car nous ignorons encore la structure intime des nébuleuses et la cause de leur lumière,

qu'il y a rencontre de l'étoile avec une nébuleuse préexistante, on comprend mal pourquoi les radiations spéciales des nébuleuses ne se montrent pas fortes au début du phénomène. En réalité, ces radiations apparaissent à la fin seulement; elles semblent le terme final d'une transformation et d'une évolution atomique, analogues à celles admises par Sir Normann Lockyer, pour expliquer les différences générales des spectres stellaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques constantes physiques du cyclohexanol.* Note de M. DE FORCRAND.

Les nombreux chimistes qui ont fait l'étude du cyclohexanol depuis sa découverte par von Baeyer en 1893, n'ont pas cherché en général à préciser ses propriétés physiques, et l'on trouve dans leurs Mémoires des données peu concordantes à ce sujet, surtout en ce qui concerne le point de fusion.

Ainsi Baeyer ([1]) a indiqué que le cyclohexanol fondait vers + 15°, puis entre + 16° et + 17°; Zelinsky ([2]) ne fait pas mention de son point de fusion; Markownikoff ([3]), après avoir annoncé qu'il cristallise *en aiguilles* à la *température ordinaire*, nous dit, dans un autre Mémoire, qu'il fond *aux environs de* + 25° ([4]); Brunel, en 1903, donne + 16° à + 17°, et en 1905, *vers* + 20° ([5]); Sabatier et Senderens ([6]) indiquent + 12°; Hollemann ([7]) + 20°; Freundler ([8]) + 15° en 1906.

De pareils écarts, de 13° environ, étaient possibles il y a une dizaine

---

et nous n'avons pas encore isolé le gaz nébulium, d'ailleurs hypothétique. Avec la transformation atomique adoptée ici comme cause possible, on devrait avoir, semble-t-il, au moins à l'état de traces, les raies nébuleuses dans le Soleil ou sa couronne, et les raies coronales dans la nouvelle étoile. A noter que la raie verte coronale a été déjà signalée dans la première phase des étoiles temporaires.

([1]) *Berichte*, t. XXII, 1893, p. 229. — *Ann. Lieb.*, t. CCLXXVIII, 1894, p. 99.

([2]) *Berichte*, t. XXX, 1897, p. 390. — *Berichte*, t. XXXIV, 1901, p. 2800.

([3]) *Ann. Lieb.*, t. CCCII, 1898, p. 21. — *J. Soc. phys. chim. russe*, t. XXXI, 1899, p. 356.

([4]) *J. Soc. phys. chim. russe*, t. XXX, 1898, p. 151. La traduction de ce dernier Mémoire dans le *Bulletin de la Société chimique de France* (t. XX, 1898, p. 353) fait dire à Markownikoff que le cyclohexanol *fond à* + 25°, ce qui est manifestement inexact.

([5]) *Comptes rendus*, t. 137, 1903, p. 62, et *Thèse* de Doctorat ès Sciences, Paris, 1905, p. 11.

([6]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905.

([7]) *Revue Trav. chim. Pays-Bas*, t. XXIV, 1905, p. 19, et *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, 1905, p. 619.

([8]) *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, 1906, p. 543.

d'années, alors que le cyclohexanol ne pouvait être préparé que très péniblement et en faible quantité ([1]); mais aujourd'hui que la merveilleuse méthode de MM. Sabatier et Senderens permet d'obtenir cet alcool par kilogrammes, en peu de temps et à bon compte, il importe évidemment de mettre fin à cette incertitude.

Remarquons d'ailleurs que, toute matière étrangère dissoute ayant pour effet d'abaisser le point de fusion des échantillons examinés, c'est, parmi les nombres qui précèdent, le plus élevé qui doit être le plus près du point de fusion réel, soit + 20° (nombre de Hollemann et de Brunel).

En outre, comme les impuretés qui souillent le produit brut préparé par la méthode catalytique (phénol et ses homologues, cyclohexène, cyclohexanone, homologues supérieurs du cyclohexanol) peuvent être complètement éliminées par les procédés ordinaires, il y a lieu de penser que la principale impureté qui a abaissé le point de fusion dans la plupart des déterminations est l'eau. Markownikoff a d'ailleurs signalé que des traces d'humidité empêche cet alcool de cristalliser même à + 10°.

Enfin ces traces d'eau, même pour un abaissement de plusieurs degrés, doivent être très faibles, puisqu'elles ne paraissent pas avoir gêné les savants qui ont fait l'étude chimique du cyclohexanol, au point que leur attention n'a pas été attirée sur ce détail.

Il résulterait de là qu'il s'agit d'un alcool très hygroscopique, que son abaissement moléculaire du point de congélation doit être très élevé, et par suite sa chaleur de fusion très faible. C'est pour contrôler et préciser ces conclusions que j'ai entrepris la présente étude.

J'ai pris comme point de départ un kilogramme de cyclohexanol, préparé spécialement au Laboratoire de catalyse de Toulouse, bien exempt de toute impureté autre que l'eau. Il cristallisait entre + 15° et + 16°, mais la cristallisation étant confuse, en grandes aiguilles imprégnées d'un liquide sirupeux, aspect que divers auteurs ont signalé à plusieurs reprises.

L'analyse donnait d'ailleurs des chiffres très corrects ([2]) :

C........ 71,75 pour 100 au lieu de 72
H........ 12,08 pour 100 au lieu de 12

([1]) En 1903 (*Bull. Soc. chim.*, t. XXIX, 1052), Bouveault qualifiait le cyclohexanol de *précieuse substance*, et remerciait M. Brunel de lui en avoir confié *un gramme* pour ses expériences.

([2]) Remarquons que l'analyse organique ne permet pas de reconnaître si le cyclohexanol est tout à fait exempt d'eau. En effet la présence de $\frac{1}{200}$ d'eau abaisserait seulement la teneur en carbone à 71,65, nombre encore acceptable. D'autre part, l'eau contient à très peu près la même quantité d'hydrogène que le cyclohexanol.

Je suis arrivé à enlever les dernières traces d'eau de la manière suivante :

La cristallisation fractionnée réussit au début. On peut gagner trois ou quatre degrés en répétant l'opération, mais elle est assez pénible et fait perdre beaucoup de substance.

Le liquide fondant vers + 19° est alors soumis à l'action des déshydratants faibles tels que le sulfate de soude anhydre. On arrive ainsi à un point de fusion de + 20° à + 21°, après distillation. Pour dépasser cette limite, il faut distiller à plusieurs reprises, en présence d'un peu de sulfate de soude anhydre, avec un tube à boules Henninger et Le Bel à 5 ou 6 boules ou avec un tube Vigreux, tout l'appareil étant bien desséché, et recueillir dans des vases secs, en évitant les transvasements, le liquide qui passe à point fixe.

On met fin aux opérations lorsque la température de fusion ne s'élève plus.

C'est avec des échantillons ainsi préparés et recueillis que j'ai déterminé : le point d'ébullition, le point de fusion, la forme cristalline, la densité, la solubilité dans l'eau.

1° *Point d'ébullition.* — Le liquide étant recueilli directement dans un petit ballon à distillation à double col, bien sec, puis distillé, j'ai trouvé qu'il bout exactement à + 160°,9 (toutes corrections faites) sous la pression de 766^{mm} [1].

2° *Température de solidification.* — Le point de fusion et de solidification est à + 22°,45. C'est la température à laquelle se forment et se détruisent les premiers cristaux qui se déposent dans un tube de verre mince, scellé à la lampe, très lentement réchauffé et refroidi entre + 22° et + 23°. Plus exactement, j'ai observé la formation des cristaux à + 22°,40 et leur fusion à + 22°,50. On peut donc adopter la moyenne, soit + 22°,45, comme point de fusion et de solidification. Il n'y a pas de surfusion sensible.

3° *Forme cristalline.* — Avec un produit aussi complètement purifié, le phénomène de la solidification est très beau. Ce ne sont plus du tout ces aiguilles enchevêtrées ou ces masses d'aspect mielleux, visiblement imprégnées de liquide, qui ont été souvent décrites, par Markownikoff et d'autres,

(1) C'est bien la température indiquée par Zélinsky en 1901. Les données de Markownikoff de 1898, soit 160°,5 sous 738^{mm} et 161°,5 sous 773^{mm}, conduiraient à une température un peu inférieure, soit + 160°,65 sous la pression de 760^{mm}.

et que donne le cyclohexanol encore aqueux, fondant vers + 15° ou + 18°. Et certainement tous les auteurs qui ont signalé cette apparence ont eu en mains un produit fondant au-dessous de + 20° et incomplètement déshydraté.

Le cyclohexanol anhydre, fondant à + 22°, 45, donne au contraire de magnifiques octaèdres quadratiques complets et très brillants. Le rapport entre la hauteur et l'arête basique est sensiblement égal à 2, en admettant la forme b^1. Dans les tubes, les cristaux grossissent peu à peu et peuvent, par un refroidissement très lent, atteindre près de 2 centimètres de longueur et 1 centimètre de largeur. Lorsque tout paraît pris en masse, la matière devient transparente comme de la glace, avec des stries peu visibles.

4° *Densité.* — C'est avec ces cristaux fondus que j'ai déterminé la densité, à la température limite de + 22, 5. J'ai obtenu pour le cyclohexanol liquide : $d\frac{22°,5}{4} = 0,9471$ (1).

Au moment de la solidification, il se produit une forte contraction.

5° *Solubilité.* — En agitant longtemps ensemble, à + 11°, de l'eau et du cyclohexanol pur en quantité suffisante, on obtient deux couches. L'analyse des deux liquides a donné :

Couche supérieure..........	$C^6H^{12}O + 0,626\ H^2O$
Couche inférieure...........	$C^6H^{12}O + 98\ H^2O$

On obtient le même résultat en superposant, dans une petite cloche, deux capsules contenant séparément de l'eau et des cristaux de cyclohexanol pur; les cristaux se liquéfient presque immédiatement, et les deux liquides se saturent mutuellement peu à peu.

Ainsi, à 11°, 100 parties de cyclohexanol dissolvent 11,27 parties d'eau, et, inversement, 100 parties d'eau dissolvent 5,67 parties de cyclohexanol.

Je me propose de compléter ces résultats par l'étude cryoscopique du cyclohexanol et celle du système : eau-cyclohexanol.

(1) Le nombre est exactement celui que Zélinsky a donné en 1901 pour la température de + 22°. Ce fait me porte à penser que cet auteur a dû obtenir le cyclohexanol *presque* anhydre, bien qu'il n'indique pas son point de fusion. Toutefois ce point était certainement un peu inférieur à + 22°, puisqu'il a choisi cette température pour la densité.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres de la *Commission de vérification des Comptes de* 1911.

MM. H. **Deslandres** et A. **Dastre** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la raie verte de la couronne.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

Lors de la dernière éclipse, je m'étais proposé de chercher à déterminer la longueur d'onde de la raie verte du coronium aux bords est et ouest de l'équateur solaire, et, par la comparaison des nombres trouvés, d'étudier après M. Campbell (¹) la rotation de la couronne. Malheureusement, le Soleil étant à une époque de minimum d'activité, l'éclat de la couronne s'est trouvé faible et je n'ai pu voir la raie verte qu'au bord ouest; toutefois, j'ai fait quelques constatations que je crois assez intéressantes pour être rapportées.

L'appareil employé était le grand spectroscope à 2 prismes et retour de rayons (4 prismes) de $2^{m},60$ de distance focale que j'ai monté à Meudon pour l'emploi de la méthode de spectroscopie interférentielle. Celle-ci a été laissée de côté, vu la faiblesse probable de la raie et l'incertitude qu'il y avait sur la largeur de celle-ci et, par suite, sur l'épaisseur de l'étalon à utiliser. L'image solaire était fournie par un miroir concave donnant une image de 36^{mm} de diamètre sur une plaque de cuivre percée d'une ouverture rectangulaire de 3^{mm} de large sur 3^{mm} de hauteur; cette fente était normale à l'équateur solaire. Le miroir était monté sur une coulisse, de manière à pouvoir déplacer rapidement l'image solaire de telle sorte que la fente fût successivement à 1^{mm} (environ $1'$) du bord ouest et du bord est du disque solaire. A travers la fente passait donc à volonté soit la lumière coronale et la lumière diffuse du bord ouest, soit celles du bord est du Soleil. Un objectif projetait l'image de la fente sur celle du spec-

(¹) *Astrophysical Journal*, t. X, 1899, p. 188.

troscope, les deux directions de ces deux fentes n'étant d'ailleurs pas parallèles. Les observations ont été faites oculairement : l'appareil était muni à cet effet d'un oculaire micrométrique, la dispersion était telle que pour la région de longueur d'onde 5300 Å, une division du tambour de l'oculaire correspondait à 0,01841 Å; le micromètre portait une série de fils parallèles placés à des intervalles croissant, de manière à pouvoir encadrer entre deux fils une raie de largeur quelconque, depuis les raies fines du spectre solaire jusqu'à des raies de 1,5 Å de large.

Toutes choses étant ainsi disposées, et l'image solaire étant placée de manière à recevoir dans le spectroscope la lumière prélevée à 1′ du bord ouest du Soleil, j'attendis que le disque de la Lune découvrît la fente; j'aperçus alors pendant quelques secondes la raie brillante verte sous l'aspect d'une raie large d'environ 1,5 Å, dissymétrique, assez nette vers le violet, fortement dégradée vers le rouge, telle que se présenterait une bande non résolue dans un spectroscope peu dispersif; pour l'encadrer, je dus employer la paire de fils la plus large, la raie semblait occuper tout l'intervalle des deux fils (1,5 Å). J'eus le temps de faire rapidement un pointé; la longueur d'onde ainsi trouvée est 5303,7 Å.

M. Idrac, qui voulut bien m'aider dans ces mesures, déplaça alors l'image solaire de façon à prélever la lumière du bord est du Soleil, mais il me fut impossible de discerner nettement une raie brillante.

Je ne pus donc avoir une mesure de la longueur d'onde à l'est; d'ailleurs la largeur de la raie était telle au bord ouest qu'une mesure de la rotation aurait été très difficile sinon illusoire; la rotation au bord de l'équateur solaire correspond en effet dans cette région du spectre à une variation de longueur d'onde de 0,07 Å, et la forme de la raie, fortement dégradée vers le rouge, n'aurait pas permis d'atteindre dans une mesure aussi rapide la précision requise.

J'ai trouvé une longueur d'onde plus grande que celle qu'a donnée M. Campbell (5303,3 Å). Celui-ci signale aussi la dissymétrie de la raie, et dans le cas de dissymétrie, la position moyenne de la raie dépend de la sensibilité de l'appareil récepteur, plaque photographique ou rétine, surtout quand on opère en encadrant la raie entre deux fils parallèles; si j'ai vu, comme cela semble probable, la raie plus large que lui, et s'il a pointé ses clichés avec une croisée de fils, c'est-à-dire s'il a pointé la région la plus intense, le nombre que j'ai trouvé devait bien être supérieur au sien.

En résumé, l'observation faite montre que la raie était très large, dissymétrique, fortement dégradée vers le rouge, la longueur d'onde moyenne trouvée est 5303,7 Å, au bord ouest à 1′ de la surface solaire.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912.* Note de MM. **Durand, Levesque** et **Viviez**, présentée par M. Bigourdan.

Le Service géographique de l'Armée a installé, après entente avec le Bureau des Longitudes, sur une ligne à peu près normale à la ligne de centralité de l'éclipse, trois stations d'observation, à Verberie, Saintines et Béthisy-Saint-Pierre.

1° *Verberie.* — Le commandant Durand, les capitaines Vicq et Rocard. Instruments : équatorial de 6 pouces de Eichens (G = 40), un théodolite de Brunner et un poste récepteur de télégraphie sans fil.

2° *Saintines.* — Le capitaine Levesque et le lieutenant de Fontanges. Instruments : équatorial de 5 pouces (G = 150 et 40), un théodolite Chasselon, une petite lunette photographique.

3° *Béthisy-Saint-Pierre.* — Les capitaines Viviez et Penel. Instruments : une lunette de 3 pouces donnant sur un écran une image du Soleil de 40^{mm} de diamètre, un théodolite et un poste de télégraphie sans fil.

L'heure a été reçue à Verberie et à Béthisy de la Tour Eiffel; à Saintines, elle a été faite par des distances zénithales du Soleil, et apportée de Verberie. Elle est donnée en temps moyen de Greenwich.

Les observateurs devaient, outre les contacts, noter toutes les particularités. Les équatoriaux, diaphragmés au début et à la fin à $0^{m},10$, ont travaillé à toute ouverture à la centralité.

A Verberie, le commandant Durand a pris de très nombreuses mesures de la longueur et de l'angle de position des cordes.

A Saintines, la lunette photographique a donné une photographie du deuxième contact avec grains de Baily; et une autre, après le troisième, montrant encore des grains de Baily.

L'éclipse a été annulaire.

A. *Observations.*

	Verberie.	Saintines.	Béthisy-Saint-Pierre.
Latitude	49° 18′ 40″, 9	49° 18′ 20″	49° 18′ 15″, 6
Longitude...	0° 25′ 28″, 75 E.	0° 26′ 18″ E.	0° 28′ 26″, 5 E.
Altitude	»	33^m	»
Instruments..	équator. (G = 40)	équat. (G = 150 et 40)	lunette : 3 pouces
Aspect de l'éclipse..	annulaire; épaisseur de l'anneau au Nord plus forte que l'épaisseur au Sud : $\frac{e_N}{e_S} = 3$ env.	annulaire; épaisseur de l'anneau sensiblement uniforme.	annulaire; épaisseur de l'anneau plus forte au Sud : $\frac{e_N}{e_S} = \frac{1}{3}$ env.

Contacts et angles de position.

Contacts.	Verberie.	Saintines.	Béthisy-Saint-Pierre.
		h m s	h m s
1........................	»	22.51.34,9 (245°)	22.49.41
2........................	0^h 11^m 16^s, 5	0.11.23,2 (245°)	»
3........................	0.11.22,5	0.11.31,2 (65°)	»
4........................	»	1.31.12,7 (65°)	1.33. 4
Durée de la phase centrale ..	6 secondes	8 secondes	»
Heure du milieu de l'éclipse.	0^h 11^m 19^s, 5	0^h 11^m 27^s, 2	»

B. *Aspect du phénomène.* — Des grains de Baily ont été vus aux trois stations; l'un d'eux a présenté un ligament noir assez fort sur le bord sud de la Lune et d'assez longue durée, 3 minutes environ. A Verberie, les grains sont apparus en tournant au moment de la centralité et ont troublé l'observation des contacts. A Saintines, ils ont été vus presque simultanément sur les bords nord et sud sans gêner la netteté des deuxième et troisième contacts.

A Saintines, au moment du deuxième contact, plusieurs franges lumineuses concentriques au croissant naissant sur 100° d'arc et à environ 5′ du bord lunaire, ont été vues. Il n'a été aperçu ni rayons en brosse, ni protubérances, ni couronne.

C. *Résultats.* — Il résulte des observations que la ligne de centralité a coupé la droite Verberie-Béthisy près de son milieu, à hauteur de l'église de Saintines.

Au moyen de la durée de la phase annulaire à Saintines, point situé sur la ligne de centralité, la différence des demi-diamètres du Soleil et de la Lune peut être évaluée à $\frac{8^{sec}}{5^{sec}}$, soit à 1″, 5 grossièrement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les limites des substitutions du groupe d'une équation linéaire du second ordre.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Émile Picard.

Cette Note a pour but d'indiquer une méthode résolvant dans le cas le plus général le problème posé et résolu dans un cas particulier par ma Note du 6 mai dernier; je rappelle qu'il s'agit de rechercher la limite pour ε tendant vers o de la substitution du groupe de l'équation

$$(\mathrm{E}') \qquad \frac{d^2y}{dx^2}+\left(\frac{r+\frac{\gamma}{\varepsilon}}{x}+\frac{s-\frac{\gamma}{\varepsilon}}{x-\varepsilon}\right)\frac{dy}{dx}-\left[\frac{\alpha+\frac{\gamma}{\varepsilon}}{x}+\frac{\beta-\frac{\delta}{\varepsilon}}{x-\varepsilon}+p(x)\right]y=0,$$

correspondant à un lacet $\mathcal{L}$ décrit autour de $x=0$.

1. Soient x_0 un point pris à l'intérieur du cercle (C) où $p(x)=\sum_{n=0}^{+\infty}p_n x^n$ est holomorphe, et $(\mathrm{Y}_1, \mathrm{Y}_2)$ un système fondamental d'intégrales de (E') défini par les conditions $\mathrm{Y}_1(x_0)=1=\mathrm{Y}'_2(x_0)$, $\mathrm{Y}_2(x_0)=0=\mathrm{Y}'_1(x_0)$. Je démontre que lorsque x décrit le lacet $\mathcal{L}$, d'origine x_0, ce système subit la substitution

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathrm{S}_0\mathrm{Y}_1 &= \left[1-\omega(x_0,\varepsilon)x_0^{r+\frac{\gamma}{\varepsilon}}(x_0-\varepsilon)^{s-\frac{\gamma}{\varepsilon}}\mathrm{L}(x_0,\varepsilon)\right]\mathrm{Y}_1+\omega(x_0,\varepsilon)\\ &\quad\times\left[1-e^{-2\pi i\left(r+\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)}-\omega(x_0,\varepsilon)x_0^{r+\frac{\gamma}{\varepsilon}}(x_0-\varepsilon)^{s-\frac{\gamma}{\varepsilon}}\mathrm{L}(x_0,\varepsilon)\right]\mathrm{Y}_2,\\ \mathrm{S}_0\mathrm{Y}_2 &= x_0^{r+\frac{\gamma}{\varepsilon}}(x_0-\varepsilon)^{s-\frac{\gamma}{\varepsilon}}\mathrm{L}(x_0,\varepsilon)\mathrm{Y}_1\\ &\quad+\left[e^{-2\pi i\left(r+\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)}+\omega(x_0,\varepsilon)x_0^{r+\frac{\gamma}{\varepsilon}}(x_0-\varepsilon)^{s-\frac{\gamma}{\varepsilon}}\mathrm{L}(x_0,\varepsilon)\right]\mathrm{Y}_2,\end{aligned}\right.$$

en désignant par $\omega(x,\varepsilon)$ la dérivée logarithmique $\varphi^{-1}(x,\varepsilon)\frac{\partial}{\partial x}\varphi(x,\varepsilon)$ de l'intégrale $\varphi(x,\varepsilon)$ de (E') holomorphe pour $x=0$ (définie à un facteur près), et en posant

$$\mathrm{L}(x_0,\varepsilon)=\int_{\mathcal{L}}x^{-r-\frac{\gamma}{\varepsilon}}(x-\varepsilon)^{-s+\frac{\gamma}{\varepsilon}}\left[\frac{\varphi(x_0,\varepsilon)}{\varphi(x,\varepsilon)}\right]^2dx.$$

Tout revient donc à étudier ce que deviennent $\omega(x_0,\varepsilon)$ et $\mathrm{L}(x_0,\varepsilon)$, lorsque ε tend vers o; or, je vais montrer qu'il existe entre ces quantités une relation remarquable qui permet de se borner à rechercher la limite de

$\omega(x_0, \varepsilon)$. Ce qui fait l'intérêt de ce résultat, c'est qu'il évite la discussion de $L(x_0, \varepsilon)$ pour ε infiniment petit; cette discussion a été faite dans ma Note précédente pour un cas particulier, mais elle est singulièrement difficile en général.

2. A cet effet, décrivons de x_0 comme origine et dans le sens direct, un second lacet $\mathcal{L}_1$ autour de $x = \varepsilon$, laissant $x = 0$ à son extérieur. On peut établir pour la substitution S_1 correspondant à $\mathcal{L}_1$ des formules analogues à (1) et faisant intervenir deux nouvelles expressions $\omega_1(x_0, \varepsilon)$ et $L_1(x_0, \varepsilon)$ correspondant à $\omega(x_0, \varepsilon)$ et à $L(x_0, \varepsilon)$. Or le produit de S_0 et S_1 est égal à la substitution $\Sigma(\Sigma Y_1 = AY_1 + BY_2, \Sigma Y_2 = CY_1 + DY_2)$ correspondant à un circuit direct décrit de x_0 comme origine autour de $x = 0$ et $x = \varepsilon$. Il résulte de théorèmes classiques et des hypothèses faites sur (E′) que lorsque ε tend vers o, A, B, C, D tendent vers des limites finies bien déterminées, qui sont les coefficients de la substitution $\overline{\Sigma}$ correspondant à un lacet simple direct λ, d'origine x_0, décrit autour de $x = 0$, dans le plan de l'équation limite (e). Exprimons alors que $S_0 S_1 = \Sigma$ et éliminons ω_1 et L_1 entre les quatre relations obtenues; l'une des équations résultantes est

$$(2)\quad L(x_0, \varepsilon) = x_0^{-\left(r+\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)}(x_0 - \varepsilon)^{-\left(s-\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)} \times \frac{C\left[1 - e^{-2\pi i\left(r+\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)}\right]\omega(x_0, \varepsilon) + (A - 1)\left[D - e^{2\pi i\left(r+\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)}\right] - BC}{C\omega^2(x_0, \varepsilon) + (A - D)\omega(x_0, \varepsilon) - B};$$

on voit donc qu'en général $L(x_0, \varepsilon)$ tend vers une limite bien déterminée s'il en est de même de $\omega(x_0, \varepsilon)$; les seuls cas où cette conclusion pourrait être en défaut correspondent à $B = 0 = C$, $A = D = e^{-2\pi i\left(r+\frac{\gamma}{\varepsilon}\right)}$ ou 1. Dans le premier cas, $L(x_0, \varepsilon)$ s'exprime à l'aide de $\omega(x_0, \varepsilon)$ et $\omega_1(x_0, \varepsilon)$; dans le second, (E′) *possède une intégrale* $\varphi(x, \varepsilon)$ *holomorphe dans* (C). Il faut alors étudier directement $L(x_0, \varepsilon)$, ce qui a été fait dans ma Note précédente (n° 2) avec $F(x) = \varphi^2(x_0)\,\varphi^{-2}(x)$; par suite, les coefficients de S_0 (pour $\gamma = 0$) ou des combinaisons linéaires convenablement choisies de ces coefficients (pour $\gamma \neq 0$) tendent vers des limites bien déterminées.

3. Il s'agit donc d'étudier si $\omega(x_0, \varepsilon)$ tend vers une limite lorsque ε tend vers o. Supposons, pour abréger le langage, les coefficients de (E′) réels et $\gamma' < 0$ par exemple; prenons pour ε une quantité négative de module arbitrairement petit; j'ai établi que *si r et s sont supérieurs à* 1, $\omega(x_0, \varepsilon)$ *tend uniformément vers une limite déterminée*, *quel que soit le nombre positif* x_0,

inférieur à une quantité a [ne dépendant que des coefficients de (E') autres que ε].

La considération de (E') montre qu'il suffit d'établir une proposition analogue à la précédente, mais où $\varphi(x_0, \varepsilon)$ remplacerait $\omega(x_0, \varepsilon)$; or j'ai démontré cette dernière proposition à l'aide de la méthode *des approximations successives*. Posons $y_0\left(\frac{x}{\varepsilon}\right) = 1$; on peut représenter $\varphi(x_0, \varepsilon)$ par le développement

$$\varphi(x_0, \varepsilon) = y_0\left(\frac{x}{\varepsilon}\right) + \ldots + y_n\left(\frac{x_0}{\varepsilon}\right) + \ldots,$$

où l'on a

$$(3)\quad y_{n+1}\left(\frac{x_0}{\varepsilon}\right)$$
$$= \frac{x_0^{1-r-s}}{1-r-s} F\left(s - \frac{\gamma}{\varepsilon}, -1+r+s, r+s, \frac{\varepsilon}{x_0}\right) \int_0^{x_0} x^{r+s}\left(1 - \frac{\varepsilon}{x}\right)^{1-r-s} z_n\, dx$$
$$- \frac{1}{1-r-s} \int_0^{x_0} x\left(1 - \frac{\varepsilon}{x}\right)^{s-\frac{\gamma}{\varepsilon}} F\left(s - \frac{\gamma}{\varepsilon}, -1+r+s, r+s, \frac{\varepsilon}{x}\right) z_n\, dx,$$

avec

$$z_n = \left[\frac{\alpha}{x} + \frac{\beta}{x-\varepsilon} - \frac{\delta}{x(x-\varepsilon)}\right] y_n\left(\frac{x}{\varepsilon}\right) + p_0 y_{n-1}\left(\frac{x}{\varepsilon}\right) + \ldots + p_{n-1} x^{n-1} y_{n-1}\left(\frac{x}{\varepsilon}\right).$$

Or, quand ε tend vers 0, et sous les restrictions faites sur r et s, ce développement converge (uniformément pour $0 < x_0 < a$) vers le développement

$$(4)\qquad \bar{\varphi}(x_0) = Y_0(x_0) + \ldots + Y_n(x_0) + \ldots,$$

où l'on a $Y_0(x_0) = 1$ et où $Y_{n+1}(x_0)$ se déduit de $Y_n(x_0)$ par une formule analogue à (3), mais où $y_i\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)$ est remplacé par $Y_i(x)$ et les termes dépendant de ε par leurs limites. Mais la série convergente (4) *représente la valeur en x_0 d'une branche d'intégrale de l'équation limite* (e); cette branche est d'ailleurs parfaitement définie par la condition de tendre vers 1 lorsque x_0 tend vers le point *irrégulier* $x = 0$ à l'intérieur d'un angle aussi voisin de π qu'on le veut. Je reviendrai sur ce résultat au point de vue de l'étude des intégrales de (e) dans le voisinage d'un point irrégulier, et je me borne à remarquer que la proposition précédente fournit la réponse au problème actuel : rapprochée en effet de (1) et (2), elle montre que (pour $\gamma = 0$) les coefficients de S, et (pour $\gamma \neq 0$) des combinaisons linéaires convenables de ces coefficients tendent vers des limites finies : c'est bien le résultat annoncé dans ma Note précédente. J'en ferai prochainement une applica-

tion importante *aux équations irréductibles du second ordre dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes.*

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur les petits mouvements de surface d'un liquide dans le champ d'une force centrale attractive, fonction de la distance.* Note de M. G. **Bouligand**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans deux Notes publiées antérieurement (1), M. Hadamard a donné le moyen de former une équation intégro-différentielle qui régit les petits mouvements de surface d'un liquide placé dans le champ de la pesanteur; et il a indiqué que la méthode employée est susceptible de se généraliser au cas d'un liquide placé dans un champ de forces non uniforme. Je me propose ici d'étudier l'application de cette méthode au cas particulier d'un liquide placé dans le champ d'attraction d'une force centrale, fonction de la distance.

La position d'équilibre du liquide sera alors une sphère (S) de rayon R, ayant pour centre le centre O d'attraction. Le liquide étant primitivement au repos, il y aura un potentiel des vitesses. N'étudiant que les mouvements de faible amplitude, nous considérerons les déplacements et les vitesses comme des infiniment petits du premier ordre, ce qui nous permettra d'en négliger les carrés et les produits.

Cela posé, soient ψ la dérivée par rapport au temps du potentiel des vitesses, z la dénivellation comptée positivement sur la normale extérieure, enfin $U(r)$ la fonction des forces. Choisissons les unités de manière que $U'(R) = 1$. Écrivons que la pression est nulle à la surface libre. Nous aurons, en négligeant les infiniment petits d'ordre supérieur, la condition

$$\psi = z. \tag{1}$$

De plus, nous avons également à la surface libre

$$\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = \frac{\partial \psi}{\partial r}; \tag{2}$$

ψ est une fonction harmonique qui sur la surface libre remplit les conditions (1) et (2).

Nous n'omettrons que des infiniment petits d'ordre supérieur en la

(1) *Comptes rendus* des 7 et 21 mars 1910.

remplaçant par la fonction harmonique remplissant les mêmes conditions, non plus sur la surface libre, mais bien sur la sphère S elle-même.

La formation de l'équation intégro-différentielle des petits mouvements de surface est alors immédiate. Soit $\gamma(M, P)$ la fonction de Neumann de la sphère (¹). Nous pouvons écrire

$$(3) \qquad 4\pi R\,\psi_P = r\frac{\partial}{\partial r}\int\int_S z_M\,\gamma(M, P)\,dS_M,$$

r désignant la distance au centre d'attraction du point P intérieur à la sphère et M un point de la surface de la sphère. En traduisant la condition (2) il nous vient l'équation cherchée

$$(4) \qquad 4\pi R\left(R\frac{\partial^2 z_P}{\partial t^2} + z_P\right) + \Delta_2\int\int_S z_M\,\gamma(M, P)\,dS_M = 0,$$

en désignant par Δ_2 le paramètre différentiel du second ordre de Beltrami relatif à la surface de la sphère.

Il faut d'ailleurs remarquer que les considérations précédentes généralisent seulement ce qui pour le cas de la pesanteur est relatif au cas du fluide indéfini. On peut donc se demander si ici encore les solutions de l'équation (4) ne vérifient pas une équation aux dérivées partielles. La réponse est affirmative. On peut s'en rendre compte immédiatement en généralisant une méthode donnée par M. Boussinesq (²) pour établir dans le cas du fluide pesant l'équation de Cauchy. On considère pour cela la fonction harmonique auxiliaire

$$V = R\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} - r\frac{\partial\psi}{\partial r}.$$

Elle s'annule sur la sphère (S) en vertu des conditions (1) et (2). Donc elle est identiquement nulle à l'intérieur. Au moyen de différentiations appropriées, on en déduit que z est solution de l'équation aux dérivées partielles

$$(5) \qquad R\left(R\frac{\partial^2 z}{\partial t^4} + \frac{\partial^2 z}{\partial t^2}\right) + \Delta_3 z = 0.$$

Enfin si l'on considère le mouvement du liquide limité par un cône de sommet o, on peut voir sans difficulté que la fonction V est identiquement nulle dans le volume compris entre ce cône et la sphère (on a en effet $V = 0$

(¹) Voir HADAMARD, *Propagation des ondes*, Chap. I.

(²) *Application des potentiels*, etc., § IV, p. 578.

sur la portion sphérique de la frontière et $\frac{dV}{dn} = 0$ sur la partie conique).

Donc les petits mouvements du liquide obéissent encore à l'équation (5).

MÉCANIQUE. — *Sur une propriété remarquable des câbles télédynamiques.* Note [1] de M. GASTON LEINEKUGEL LE COCQ, présentée par M. Alfred Picard.

Lorsqu'un câble télédynamique supporte, entre deux points A et B situés sur une même horizontale, n poids $p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n$, la valeur de l'ordonnée y du câble correspondant à une abscisse x est définie par la relation

$$y = \frac{\Sigma M_{p_i x}}{T_H}.$$

Dans cette formule : $\Sigma M_{p_i x}$ représente le moment de flexion du poids permanent p_0 du câble et des poids $p_1, p_2, \ldots, p_n$ par rapport à la section x; T_H est la tension horizontale développée dans le câble. Ce théorème permet donc d'écrire immédiatement les équations des $n+1$ arcs de parabole qui peuvent remplacer les $n+1$ arcs de chaînette décrits par le câble déformé par la présence des n poids qu'il supporte.

Il suffit de démontrer cette propriété pour le cas d'une surcharge concentrée p_1; on l'étend en suivant la même méthode au cas général où il y a n poids.

La propriété énoncée plus haut dans le cas envisagé se traduit par les relations

$$(1) \qquad T_H y = \frac{p_0}{2} x(2d - x) + p_1 x \frac{(2d - z)}{2d} \qquad \text{lorsque} \qquad 0 < x < z$$

ou

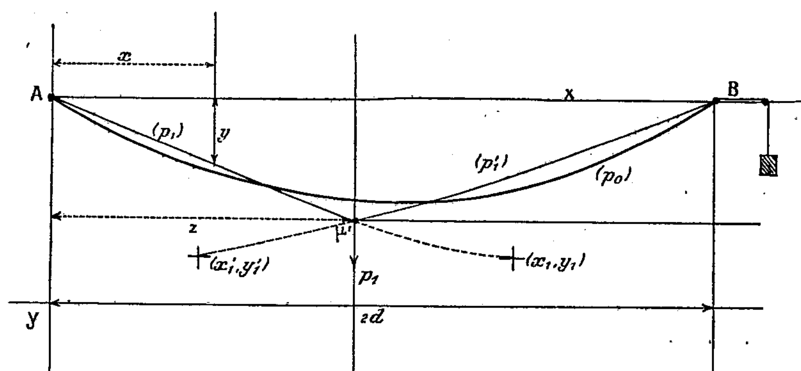
$$(1') \qquad T_H y = \frac{p_0}{2} x(2d - x) + p_1 z \frac{(2d - x)}{2d} \qquad \text{lorsque} \qquad z < x < 2d.$$

Les seconds membres de ces expressions représentent les moments de flexion par rapport à la section x du poids constant p_0 du câble et du poids concentré p_1 dans la section z. Ces relations (1), (1') donnent les équations des arcs décrits par le câble déformé. Le câble décrit seul sous son propre poids p_0 une parabole (voir la figure); lors de la présence du poids p_1, il se déforme suivant deux arcs de chaînette.

---

[1] Présentée dans la séance du 13 mai 1912.

Les deux arcs de parabole qui peuvent remplacer ces arcs de chaînette, à un infini-



ment petit du deuxième ordre près, sont les arcs (p_1) de A en μ' et (p'_1) de μ' en B. Mais l'équation de la parabole (p_1) est

$$y = \frac{y_1}{x_1^2} x(2x_1 - x),$$

les équations d'équilibre donnent ([1])

$$\frac{2T_H}{p_0} = \frac{x_1^2}{y_1}, \tag{2}$$

$$x_1 = d + \frac{p_1}{p_0}\left(1 - \frac{z}{2d}\right). \tag{3}$$

Si l'on remplace dans l'équation de (p_1) les valeurs de x_1, y_1 par celles déduites de (2) et (3), on trouve précisément la relation (1) qui caractérise la propriété énoncée.

Application. — L'intérêt qui s'attache à cette propriété remarquable réside dans l'application courante des câbles télédynamiques à tension constante. On réalise cette disposition en fixant l'une des extrémités A du câble, on laisse passer le même câble en B sur une ou plusieurs poulies et on le fixe à un poids déterminé ; la tension T_H étant ainsi constante, on a pour toute position d'une ou plusieurs surcharges l'ordonnée de chaque point des courbes décrites par le câble.

La mise en place projetée d'un câble aéro-dynamique de 500^m de portée et à tension constante trouvera dans cette propriété précédente le moyen de déterminer exactement, pour un chariot de poids donné le parcourant, les différentes phases de la déformation de ce rail aérien.

([1]) Voir Tome I : *Ponts suspendus flexibles*, p. 134 (de l'auteur de la Communication). O. Doin, éditeur ; 1911.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Volta et la théorie de Nernst.* Note de M. **Jean Villey**, présentée par M. E. Bouty.

Les différences de potentiel de Volta (de l'ordre du volt) paraissent devoir être définitivement localisées dans les couches superficielles altérées des métaux : Des expériences variées et concordantes ([1]) montrent en effet qu'elles disparaissent presque complètement, entre les métaux oxydables et l'or, quand on élimine aussi rigoureusement que possible toute trace d'eau.

Ce rôle essentiel de l'eau semble conduire à une interprétation électrolytique (théorie de Nernst).

Cependant, si l'on envisage la couche de passage complète entre un métal massif et sa solution électrolytique aqueuse, le domaine d'hétérogénéité n'a pas tout entier une nature quasi électrolytique et la conductibilité ionique : Il doit comporter aussi une partie quasi métallique, avec conductibilité électronique prépondérante. Dans cette région peuvent exister des forces électromotrices agissant sur les électrons porteurs de charges, comme à la soudure de deux métaux; elles pourraient même y être bien plus grandes, car l'hétérogénéité est beaucoup plus accentuée (métal oxydable-eau; platine-hydrogène).

L'intervention, au moins partielle, de ces effets électroniques ferait mieux comprendre les variations de l'effet Volta sous des actions purement physiques (polissage, écrouissage). Une surface de zinc qu'on vient de décaper mécaniquement paraît d'ailleurs difficilement assimilable à un milieu électrolytique, et la différence de potentiel de Volta y atteint alors sa valeur maxima. Il est intéressant de remarquer que les actions catalytiques de l'eau dans l'oxydation des métaux, et du platine sur l'hydrogène, indiquent la formation de couches de pénétration particulièrement importantes, dans des cas où l'effet Volta est justement très intense.

La différence de potentiel totale V entre une électrode métallique et la solution aqueuse normale d'un de ses sels serait alors la somme d'un *effet électronique de Volta* et d'un *effet électrolytique de Nernst*. Si l'on admet que le phénomène de Volta φ représente justement l'effet électronique, on est conduit, dans les calculs relatifs aux tensions de dissolution de Nernst, à des modifications qui paraissent avantageuses.

([1]) Greinacher, *Ann. der Phys.*, t. XVI, 1905, p. 708. — De Broglie, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 696.

On peut déterminer expérimentalement, à une constante près, par des mesures différentielles, les valeurs de V (Neuman) et de φ (mesure de l'effet Volta).

	Al.	Zn.	Cu.	Sn.	Pb.	Ag.	Au.
V........	$x+1$	$x+0,52$	$x-0,5$	$x-0,09$	$x-0,1$	$x-0,9$	»
φ........	$y+1,3$	$y+0,94$	$y+0,2$	$y+0,66$	$y+0,8$	$y+0,2$	y
$v=V-\varphi$.	$z-0,3$	$z-0,42$	$z-0,7$	$z-0,75$	$z-0,9$	$z-1,1$	»

Les tensions de dissolution seraient liées non plus à V, mais à $v = V - \varphi$; on aurait en effet

$$V = \varphi + A \log \frac{p}{\varpi},$$

ou

$$v = A \log \frac{p}{\varpi},$$

au lieu de

$$V = A \log \frac{P}{\varpi}.$$

Dans la pile Daniell on aurait alors

$$A \log \frac{p_1}{p_2} = v_1 - v_2 = 0,28,$$

au lieu de

$$A \log \frac{P_1}{P_2} = V_1 - V_2 = 1,02.$$

Le rapport des tensions de dissolution du zinc et du cuivre tomberait de 10^{40} à 10^{11}, valeur beaucoup moins invraisemblable.

Les valeurs absolues, d'ailleurs hypothétiques, des tensions de dissolution calculées à partir de V, en supposant très petite la différence de potentiel x entre une solution sulfurique et du mercure polarisé au maximum de tension capillaire, sont encore plus surprenantes : par exemple 10^{19} atmosphères pour le zinc. Au contraire, si nous supposons l'effet Volta y très petit sur l'or, nous aurons $z = x - y = 0$, et les valeurs, toutes négatives, de v nous donneront des tensions de dissolutions très petites pour tous les métaux; les ions du zinc seraient soumis, non à d'énormes actions répulsives, mais à des attractions assez faciles à interpréter par des forces de cohésion.

Les contrôles expérimentaux apportés par l'étude des piles de concentration, à l'appui de l'expression

$$V = A \log \frac{P}{\varpi},$$

restent d'ailleurs conformes à l'expression modifiée

$$V = \Psi + A \log \frac{p}{\varpi} \quad (^1).$$

PHYSIQUE. — *Appareil pour la distillation rapide du mercure dans le vide.* Note de M. L. **Dunoyer**, présentée par M. E. Bouty.

La distillation du mercure dans le vide est le procédé de beaucoup le meilleur pour obtenir le mercure pur dont on a constamment besoin dans les laboratoires de Physique ou de Chimie, et dans certaines industries comme celles des lampes à vapeur de mercure. L'appareil, dont on trouve ci-après la description sommaire, présente sur l'appareil de Mendéleeff d'assez grands avantages d'ordre pratique : débit beaucoup plus grand, garantie plus sûre de la pureté du mercure et surtout continuité de la marche sans aucune surveillance.

Il se compose d'une chambre barométrique recourbée en verre AB (*fig.* 1), d'un diamètre de 4^{cm} à 5^{cm} et de 35^{cm} à 40^{cm} de hauteur; elle se prolonge d'un côté par un tube de 10^{mm} environ qui plonge dans un petit godet C fixé à ce tube. Ce godet plonge lui-même dans un tube G solidement cimenté dans le fond d'une cuvette plate, rectangulaire, en verre, pouvant recevoir une vingtaine de kilos de mercure à distiller.

L'extrémité B du gros tube recourbé est soudée à un tube étroit (3^{mm} de diamètre intérieur au plus), de $1^{m},20$ de longueur environ; ce tube plonge dans une sorte de tube à essai D, qui lui est fixé, et dont la paroi est percée latéralement d'un petit trou de 4^{cm} ou 5^{cm} au-dessus du fond. Le tube traverse un bouchon de caoutchouc qui ferme le flacon à robinet F; ce bouchon est aussi traversé par le tube à robinet K.

On fait le vide à la trompe à eau par le robinet K; le mercure à distiller monte jusqu'au niveau A. On fait alors passer le courant de chauffage et le mercure distille, dans la branche B où il tombe en pluie, les gouttes emprisonnant les bulles d'air résiduel dans le tube étroit BC, comme dans une trompe à mercure, comme aussi dans l'appareil de Mendéleeff.

L'emploi des godets C et D fixés aux extrémités du tube de distillation est avantageux, car on peut, pour nettoyer, par exemple, ou vider complètement le récipient F, enlever le tube distillatoire, avec ses godets, sans désamorcer l'appareil, les godets C et D servant momentanément de cuvettes barométriques.

---

(1) Une discussion plus développée sera exposée ailleurs.

Le système de chauffage consiste en un enroulement de ruban de nichrome, séparé du verre par une couche isolante protectrice, qui prévient le bris de l'appareil, dans le cas où un court circuit viendrait à se produire entre les spires. Par-dessus l'enroulement et jusqu'au haut du tube est placée une

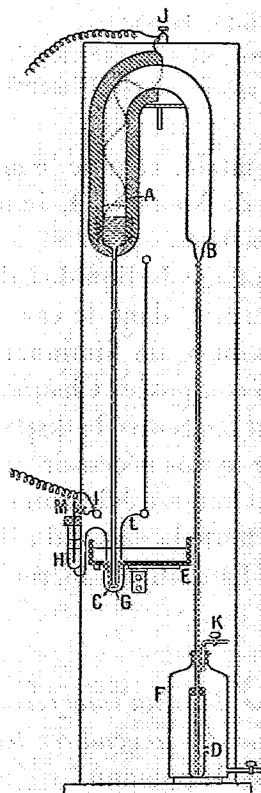
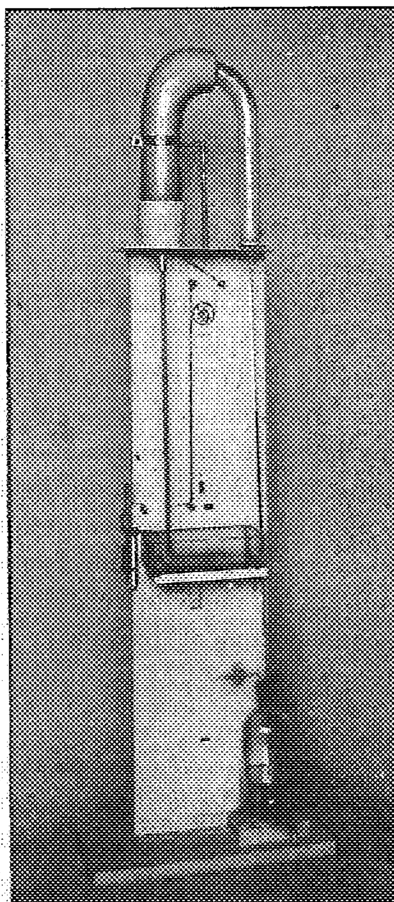


Fig. 1.


Fig. 2.

protection calorifuge pour empêcher la condensation de la vapeur dans la branche même où elle s'est formée.

L'appareil comporte un dispositif simple, mais extrêmement commode, de rupture automatique du courant.

On voit en H un godet de verre soudé sur un tube en S, qui plonge dans la cuvette de mercure à distiller. Il est fermé par un bouchon de bois que traverse une électrode tubulaire en cuivre amalgamé M; cette électrode peut être enfoncée plus ou moins et fixée dans une position déterminée par une vis de pression. On introduit du mercure dans le godet H, et, par-dessus, un peu de pétrole; puis on place le bouchon et l'on exerce une légère pression d'air par l'électrode tubulaire M; le mercure passe alors

dans le tube en S et rejoint le mercure à distiller; le tube en S forme alors un siphon amorcé. Le courant de chauffage arrive à la borne I, passe par l'électrode M, le mercure du tube H et du siphon, puis un fil de nickel L qui plonge dans le mercure de la cuvette, et ensuite dans le dispositif de chauffage. Quand le niveau du mercure vient à baisser suffisamment, dans la cuvette et dans le godet H, par suite de la distillation, un ménisque de mercure finit par assurer seul le contact avec l'électrode de cuivre *amalgamé* M. Il vient un moment où ce ménisque se brise et le courant est rompu d'une manière très nette, avec une étincelle insignifiante, la distance entre l'électrode M et le niveau du mercure devenant brusquement, et à travers le pétrole, de l'ordre de 2^{mm}. On règle facilement la position qu'il faut donner à l'électrode pour que la distillation cesse quand la cuvette est vide.

Il n'y a donc pas à craindre de rentrée d'air fatale, comme le moindre oubli en produit si fréquemment avec l'appareil de Mendéleeff. Je me sers de cet appareil depuis deux ans avec pleine satisfaction.

Il y a lieu de remarquer, en passant, que le chauffage du liquide à distiller au niveau même de la surface d'évaporation permet, dans le cas où l'on veut distiller des liquides facilement décomposables, de diminuer d'une manière considérable la proportion de liquide décomposée. Chaque quantité de liquide, égale à celle autour de laquelle est concentré le dispositif de chauffage, n'est en effet chauffée que pendant le temps nécessaire à sa distillation; la masse en attente reste froide. Ce système est évidemment très supérieur à celui qui consiste à chauffer à la fois toute la masse du liquide, depuis le commencement jusqu'à la fin de la distillation. Je reviendrai ailleurs sur ce point.

OPTIQUE. — *Mesure directe des différences de phase dans un interféromètre à faisceaux inverses. Application à l'étude optique des argentures transparentes.* Note de M. G. SAGNAC, présentée par M. Lippmann.

Il s'agit, par exemple, de mesurer la différence des phases y de deux faisceaux interférents que produit l'écoulement de l'eau dans un tube de Fizeau parcouru en sens opposé par les deux faisceaux. Dans son admirable expérience de 1851, Fizeau renversait l'écoulement de l'eau; les franges de son interféromètre se déplaçant alors de $2y$ interfranges. Est-il possible d'observer ce phénomène d'entraînement des ondes lumineuses en laissant invariable la vitesse d'écoulement de l'eau? D'une manière générale, est-il possible de mesurer une différence de phase y dans un interféromètre à faisceaux sans avoir besoin de faire varier, ni d'intervertir cette différence de phase? J'y réussis en modifiant tout simplement et rapidement le réglage de mon interféromètre à lame d'air déjà décrit (*Comptes rendus*, t. 150,

1910, p. 1676). La légère et rapide *bascule* que je fais subir au réglage renverse le déplacement de la frange centrale que produit la même différence de phase y de sens permanent, et je mesure directement la valeur de $2y$.

Cette *méthode de bascule du réglage optique* permet d'effectuer rapidement des séries de mesures, d'éliminer les défauts de stabilité de l'installation, de mesurer même les différences de phase qu'il n'est pas en notre pouvoir d'intervertir.

Description de la méthode de bascule :

Je rappelle que, dans mon interféromètre à lame d'air, un faisceau lumineux polarisé rectilignement se sépare sur une lame d'air comprise entre les bases de verre *nu* de deux prismes isoscèles semblables (séparateur S), en vibrations réfléchies R et vibrations transmises T, qui se propagent en sens opposés autour d'un même circuit optique, triangulaire ou pentagonal, et reviennent sur la lame d'air de S subir respectivement une seconde réflexion (vibrations R^2) ou une seconde transmission (vibrations T^2) pour se superposer et interférer enfin dans une lunette L.

L'interféromètre bien réglé, pour une position S_0 du séparateur, montre dans la lunette L_0 un champ d'interférence sombre uniforme, élargissement de la frange centrale. La lunette étant pointée à l'infini, rendons-la solidaire du séparateur et faisons tourner légèrement le système SL à partir de la position S_0L_0 (de préférence autour de l'axe de symétrie vertical de S). Le champ interférentiel, d'abord sombre, s'éclaire aux bords et il se forme une frange centrale sombre bordée de franges d'autant plus étroites que l'angle ε de bascule compris entre S_0L_0 et S_1L_1 est plus grand. (Le sinus de l'angle β sous lequel l'interfrange l_1 est vu du second point nodal de l'objectif de la lunette est égal à $\frac{\lambda}{4p\sin\varepsilon}$, si λ désigne la longueur d'onde et $2p$ le périmètre du circuit optique de l'interféromètre, triangle ou pentagone.) Repérons la position O_1 de la frange centrale sombre, observée aux fils du micromètre oculaire solidaire de la lunette mobile. Cela étant, faisons tourner SL de la position S_1L_1 à une position S_2L_2 *située de l'autre côté de* S_0L_0 (de préférence à peu près symétrique de S_1L_1 par rapport à S_0L_0, c'est-à-dire montrant des franges dont l'intervalle l_2 soit voisin de l_1). Soit O_2 la nouvelle position de la frange centrale sombre repérée encore au micromètre de la lunette mobile. Le déplacement O_1O_2 de la frange centrale, mesuré au micromètre et converti en interfrange, mesure la valeur de $2y$, double la différence de phase cherchée. Ou encore, pour une seule position de bascule S_1L_1, on mesure y par la distance, en interfrange, qui sépare la frange centrale O_1 et le centre géométrique, immobile dans la lunette, défini par le retard géométrique nul; ce centre géométrique se définit expérimentalement par l'image d'un réticule qui, placé dans le plan focal principal du

collimateur, s'y correspond à lui-même par autocollimation dans l'interféromètre.

Cette méthode très rapide se justifie théoriquement par de très simples considérations géométriques. Elle utilise essentiellement la transparence parfaite de la lame d'air et le fait corrélatif qui en résulte *rigoureusement* d'après la conservation de l'énergie lumineuse : au centre géométrique du champ d'interférence, en l'absence de toute cause de différence de phase étrangère aux propriétés géométriques de l'interféromètre, les vibrations interférentes R^2 et T^2 ont, pour toutes les radiations, des phases *rigoureusement* opposées.

Le contrôle expérimental de la méthode a été fait avec précision en observant que normalement l'effet de bascule $2y$ est nul, aussi exactement que permet de l'affirmer la pointe de la frange centrale étroite. Je reviendrai sur ce résultat et sur ses applications.

Application aux argentures transparentes. — A la place du double prisme à lame d'air, je dispose une glace de verre à faces planes et parallèles, recouverte sur une face d'une argenture transparente. Le dispositif ressemble à celui de M. Michelson (*voir* ma Note, t. 150, 1910, p. 1302), auquel j'applique la méthode de bascule. En l'absence de toute cause étrangère à l'interféromètre, j'observe maintenant un effet de bascule de l'ordre de $\frac{1}{10}$ ou de $\frac{2}{10}$ d'interfrange. Si l'argenture, *comparée au verre nu*, produisait une différence de phase supplémentaire d'une demi-période exactement, entre les vibrations RR' réfléchies successivement sur ses deux faces (voir *loc. cit.*, la figure) et les vibrations T^2 deux fois transmises, l'interférence de RR' et T^2 produirait, dans le plan focal principal de la lunette, une frange centrale brillante dont la position, dans le micromètre lié à la lunette, serait rigoureusement indépendante de la bascule. La moitié y de l'effet de bascule, mesuré en interfrange, donne, à la demi-période lumineuse près, la valeur du retard de phase, positif ou négatif, c'est-à-dire avance de phase, dû aux deux réflexions intérieure et extérieure sur l'argenture, moins le retard dû aux deux transmissions.

Voici quelques valeurs de y_1 (premier azimut de polarisation), ou de y_2 (second azimut) obtenues sous l'incidence commune de 40°, pour les trois radiations jaune (JJ'), verte (V) et indigo (I) de l'arc au mercure, avec deux argentures différentes (procédé chimique de Martin; épaisseurs mesurées par la méthode d'ioduration de Fizeau). On a noté l'*âge* de l'argenture, mesuré en jours écoulés à partir du moment où le dépôt d'argent a été fait sur le verre.

	Épaisseur 17μμ.			Épaisseur 47μμ.	
Age.	y_1 (V).	λ.	y_1 (5 jours).	y_1 (11 jours).	y_2 (12 jours).
5 jours....	−0,054	JJ′	−0,067	−0,114	−0,085
8 »	−0,041	V	−0,054	−0,104	−0,076
22 »	−0,026	I	+0,116	+0,022	+0,073
24 »	−0,023	»	»	»	»

La méthode de bascule perd donc une grande partie de sa simplicité et de sa précision quand on veut employer, au lieu de l'interféromètre à lame d'air, l'interféromètre à argenture transparente, lequel servira, en revanche, à l'étude des argentures par son effet de bascule permanent.

OPTIQUE. — *Sur la température des sources de lumière.* Note de MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry**, présentée par M. Villard.

Les opinions les plus diverses ont été émises sur la température des gaz lumineux. D'après Pringsheim, la température seule serait incapable de produire la luminosité d'un gaz. D'autres auteurs raisonnent comme si tout rayonnement était un effet purement thermique, le passage du courant électrique à travers un gaz n'agissant que comme procédé de chauffage. L'étude de la largeur des raies d'émission peut fournir des indications, sinon sur la cause du rayonnement, du moins sur la température réelle d'un gaz lumineux.

Lorsque la pression du gaz est très faible, l'effet perturbateur des chocs entre particules est négligeable, et la largeur des raies s'explique complètement par l'effet Döppler-Fizeau correspondant aux vitesses d'agitation thermique. L'étude de la largeur des raies dans le cas des gaz à faible pression illuminés par un courant électrique (tube de Geissler) montre qu'il y a concordance parfaite entre la théorie et les résultats expérimentaux en prenant pour température du gaz celle du milieu ambiant (¹). La largeur des raies suit les variations de cette température, de la manière indiquée par la théorie. La largeur des raies diminue beaucoup lorsque le tube passe d'un bain d'eau à un bain d'air liquide, résultat qui serait incompréhensible si la température du gaz était, dans tous les cas, très élevée. On peut donc considérer comme établi que, dans un tube de Geissler, le gaz lumineux est à la température extérieure; son rayonnement ne peut, par suite, être considéré comme d'origine thermique,

Nous avons appliqué les mêmes considérations à l'étude de quelques autres cas.

La lampe Cooper-Hewitt donne les raies du mercure moins fines que ne

(¹) *Comptes rendus*, 6 mai 1912.

les donne un tube avec faible densité de courant. Nous avons trouvé ([1]) comme limite d'interférence le numéro d'ordre 400000. Si l'on voulait expliquer la largeur de ces raies par le seul effet de la vitesse d'agitation, on serait conduit à admettre une température d'environ 1200° C.

Cette température ne suffit certainement pas à expliquer le rayonnement. D'ailleurs, la valeur ainsi trouvée est un maximum ; dans la lampe Hewitt, la pression de la vapeur de mercure n'est pas négligeable, et l'effet des chocs doit intervenir pour une part appréciable dans l'élargissement des raies, ce qui conduit à admettre une température encore notablement plus basse que celle qu'on vient d'indiquer. L'existence de températures extraordinairement élevées qui a été parfois supposée dans cette lampe est inconciliable avec la théorie cinétique des gaz.

L'arc électrique entre tiges de fer, jaillissant dans une atmosphère à très faible pression, nous a donné ([2]) des raies de largeur 0,030 angström dans la région 5300. L'effet des chocs étant négligeable, on peut calculer la température, et l'on trouve 2400° C. Il est possible qu'à cette température le rayonnement soit, au moins en partie, d'origine thermique.

Le même arc sous la pression atmosphérique donne des raies de largeur environ double ([3]). Dans ce cas, la perturbation due aux chocs doit être notable, et il est impossible de calculer la température.

Dans le cas des flammes, l'effet des chocs n'est pas non plus négligeable. Une flamme peu chaude avec une faible quantité d'un sel de sodium donne des raies ayant pour largeur environ 0,08 angström. Pour comparer ce résultat avec la théorie, il faudrait pouvoir calculer la longueur du libre parcours moyen des particules lumineuses dans l'atmosphère de la flamme, On peut faire un calcul vraisemblable de la manière suivante : on supposera que le libre parcours varie en raison inverse de la densité du gaz et, par suite, pour une pression donnée, proportionnellement à la température absolue; on admettra qu'à la température ordinaire cette longueur serait de $0^{\mu},1$. On trouve alors qu'à la température absolue de 2000° la flamme devrait donner les raies du sodium avec une largeur de 0,07 angström, résultat bien voisin de celui que donne l'expérience.

Des considérations analogues sont valables pour les raies d'absorption produites par l'atmosphère solaire; toutefois, le calcul donnera, pour la largeur de la raie, un minimum qui pourra être dépassé si la quantité de

([1]) *Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 785.
([2]) *Journal de Physique*, 4e série, t. IX, 1910, p. 308.
([3]) *Ibid.*, p. 308.

vapeur absorbante est très grande. Il est très remarquable que les largeurs des raies du spectre solaire, calculées en partant de la théorie cinétique des gaz, concordent très exactement avec les résultats de l'observation. En admettant la température absolue de 6000° pour l'atmosphère solaire, une pression de 6^{atm}, valeur obtenue par l'étude du déplacement des raies vers le rouge ([1]), et en faisant le calcul du libre parcours moyen des particules comme on vient de l'indiquer, on trouve que, dans la région du spectre 4400, les raies du fer doivent avoir la largeur 0,068 angström. Nous avons trouvé ([2]) que, dans cette même région, les raies les plus fines ont 0,070 angström de large. Le Tableau suivant donne, en angströms, les largeurs calculées pour quelques autres raies et les largeurs indiquées par Rowland.

Raie.	Corps.	λ.	Largeur calculée.	Largeur observée.
C..........	H	6563	0,90	0,96
F..........	H	4861	0,58	0,75
D..........	Na	5893	0,165	0,160 (D_1) 0,175 (D_2)
	Fe	4400	0,068	0,070

Les raies les plus larges sont, comme l'indique la théorie, celle des corps à poids atomique faible. Celles des métaux à fort poids atomique n'ont jamais été observées dans le spectre solaire; si elles y existent, on aurait des chances de les trouver parmi les raies les plus fines et par suite les plus difficiles à voir.

Seules les raies H et K du calcium sont d'une largeur incomparablement plus grande que celle qu'indiquerait la théorie, et présentent ainsi une exception remarquable.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et chaleur de formation de l'azoture de magnésium.* Note ([3]) de M. **Camille Matignon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Depuis Briegleb et Geuther ([4]), on sait que l'azote se combine directement au magnésium pour former du nitrure. Nous avons récemment, M. Lassieur et moi, précisé les conditions de cette union des deux élé-

([1]) *Journal de Physique*, 4e série, t. IX, 1910, p. 312.
([2]) *Ibid.*, p. 313.
([3]) Présentée dans la séance du 13 mai 1912.
([4]) *Annalen der Chem.*, t. CXXIII, 1862, p. 239.

ments (¹). La décomposition de l'ammoniaque par la chaleur entraîne nécessairement son action sur le magnésium, comme Briegleb et Geuther l'avaient déjà reconnu par l'expérience.

Pour préparer l'azoture de magnésium pur, opération extrêmement délicate, si l'on tient compte de la sensibilité extrême du métal aux moindres traces d'oxygène ou de composés oxygénés, et de l'azoture lui-même à toute trace d'humidité, j'ai utilisé de préférence l'action du gaz ammoniac sur le magnésium.

En effet, il n'est pas difficile de préparer un gaz ammoniac liquéfié, qui soit tout à fait pur et débarrassé de toute trace d'humidité (²) et d'autre part, l'azoture se forme plus facilement avec l'ammoniaque qu'avec l'azote. C'est là d'ailleurs un fait général, j'ai reconnu qu'avec tous les éléments susceptibles de se combiner directement à l'azote, la formation de l'azoture est plus commode à partir de l'ammoniaque qu'à partir de l'azote.

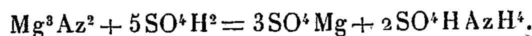
La poudre de magnésium, qui doit être bien divisée, pour hâter l'opération, est placée dans une nacelle en nickel ou en magnésie et chauffée dans un tube parcouru par le courant gazeux provenant d'une bouteille à robinet pointeau renfermant l'ammoniaque liquide maintenue depuis longtemps au contact de la soude fondue. Le maniement de l'azoture exige des précautions particulières, car un simple transvasement dans l'air donne aussitôt une forte odeur d'ammoniaque.

Analyse. — Un poids connu d'azoture de magnésium est placé dans une enceinte fermée à côté d'une solution sulfurique étendue de volume et de titre connu, un dosage alcalimétrique permet, quand la décomposition du nitrure est totale, de connaître la quantité d'azote fixée sous forme d'ammoniaque.

Az trouvé.	Az calculé.
27,98	28,0
28,12	»

Le léger excès d'azote tient à la présence d'un peu d'aluminium dans le magnésium et, par conséquent, d'un peu d'azoture d'aluminium dans l'azoture de magnésium.

Décomposition dans le calorimètre. — L'azoture de magnésium est décomposé au sein du calorimètre par une solution sulfurique contenant $\frac{1}{4}$ molécule par litre. Des dispositifs spéciaux qui seront décrits dans un Mémoire développé, permettent d'éviter toute décomposition préliminaire et de recueillir intégralement toute la chaleur dégagée dans cette réaction brutale



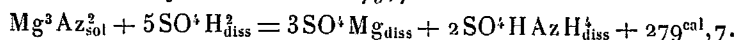
$$Mg^3Az^2 + 5SO^4H^2 = 3SO^4Mg + 2SO^4HAzH^4.$$

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 63.

(²) MATIGNON, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. III, 1908, p. 353.

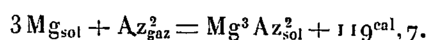
Six expériences ont donné les quantités de chaleur suivantes rapportées à une molécule-gramme d'azote, soit 28^g :

	$282^{cal},5$
	283,1
	280,2
	275,5
	277,2
	280,0
Moyenne.......	279,7



$$Mg^3Az^2_{sol} + 5SO^4H^2_{diss} = 3SO^4Mg_{diss} + 2SO^4HAzH^4_{diss} + 279^{cal},7.$$

On en déduit, en tenant compte des chaleurs de formation des divers constituants du système, la valeur $119^{cal},7$ pour la chaleur de formation de l'azoture à partir de ses éléments pris dans leur état actuel



$$3Mg_{sol} + Az^2_{gaz} = Mg^3Az^2_{sol} + 119^{cal},7.$$

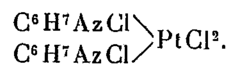
L'azote a donc pour le magnésium une affinité considérable, supérieure à celle du plomb pour l'oxygène, et qui serait comparable à celle du fer pour l'oxygène, si le magnésium et le fer n'avaient pas des volatilités très différentes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un mode de formation de l'acroléine.* Note de M. **Œchsner de Coninck**, présentée par M. Armand Gautier.

En étudiant les réactions du formiate de sodium, j'ai constaté qu'il se produit de l'acroléine, lorsqu'on le soumet à la distillation sèche.

Du formiate de sodium, pur et bien cristallisé, a été placé dans de petites cornues et soumis à la distillation par fractions de 25^g à 30^g. Deux cents grammes du sel ont été employés. Les gaz et vapeurs dégagés étaient dirigés à travers une solution alcoolique de gaz ammoniac. A la fin de l'opération, l'ammoniaque alcoolique a été additionnée de 3^{vol} d'éther absolu, ce qui a amené la précipitation d'une masse jaunâtre amorphe, présentant tous les caractères de l'acroléine ammoniaque [1].

Le précipité jaunâtre a été desséché, puis soumis à la distillation sèche. Il s'est bientôt dégagé des vapeurs présentant l'odeur pyridique; et, par condensation, on a recueilli une petite quantité d'une base liquide, dont l'odeur rappelait tout à fait celle de la pyridine. Elle a été dissoute dans l'acide chlorhydrique, puis traitée par une solution de $PtCl^4$. Le chloroplatinate, jeté sur un filtre, a été lavé, essoré, puis traité par un fort excès d'eau bouillante. L'ébullition ayant été maintenue pendant un temps assez long, il s'est déposé un sel jaune clair, bien défini, insoluble dans l'eau froide, que l'analyse a identifié avec le *chloroplatinate modifié* d'une picoline :



$$\begin{matrix} C^6H^7AzCl \\ C^6H^7AzCl \end{matrix} > PtCl^2.$$

[1] Une certaine quantité d'acroléine-ammoniaque avait été préparée à part, afin de pouvoir comparer les propriétés.

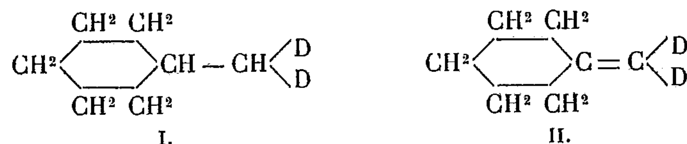
Le sel, desséché à 100°, a été analysé :

	Théorie pour $(C^6H^7AzCl)^2PtCl^4$.	Trouvé. I.	II.
Pt pour 100..............	37,28	37,06	37,08
Cl pour 100..............	27,15	26,97	26,92

Il s'est donc formé de l'acroléine dans la distillation sèche du formiate de sodium ; elle a été transformée en acroléine-ammoniaque, et celle-ci, soumise elle-même à la distillation sèche, a fourni la picoline découverte et caractérisée par Bæyer en 1868.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la question du vert malachite hexahydrogéné; exemple de deux leucobases différentes donnant un même colorant.* Note de M. P. Lemoult, présentée par M. Jungfleisch.

La recherche du vert malachite hexahydrogéné, et par suite la connaissance des modifications produites dans la nuance d'un colorant du triphénylméthane quand on remplace un noyau phényl par un noyau cyclohexyle, a été tentée par MM. Zelinsky et Gutt (*D. chem. Ges.*, t. XL, 1907, p. 3053) qui ont obtenu le tétraméthyldiamidodiphénylcyclohexylméthane (n° I, aiguilles blanches fondant à 148°-149°) en partant de la benzaldéhyde hexahydrogénée. Ni avec PbO^2, ni avec d'autres oxydants, ce dérivé méthanique ne leur a donné de colorant, sans que cependant les auteurs en concluent définitivement à l'impossibilité d'obtenir des colorants à noyau hexahydrogéné. MM. Wahl et Meyer (*B. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. VII, 1910, p. 28) n'ont pas réussi davantage à préparer la base du vert malachite hexahydrogéné par le bromure de cyclohexylmagnésium et la cétone de Michler, mais il ont obtenu, conformément à leurs prévisions, son produit de déshydratation (n° II, point de fusion : 144°-145°).



(D représente $C^6H^4Az(CH^3)^2$ fixé en para sur le carbone central).

La très grande facilité avec laquelle j'ai réussi à préparer le composé II (voir *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 962) m'a donné l'idée de le soumettre à la réduction pour arriver au composé I et pour reprendre les essais de Zelinsky et Gutt; l'action de l'acide iodhydrique et du phosphore rouge sur II le transforme aisément en I; la seule difficulté est qu'il se forme

des produits organiques iodés qui diminuent beaucoup le rendement en exigeant une séparation délicate; le produit obtenu est identique à celui de Zelinsky et Gutt (Analyse : C pour 100 : 81,53; H pour 100 : 9,44; Az pour 100 : 8,39. Théorie : 82,08; 9,59; 8,33.)

Bien que de composition très voisine, les deux corps I et II sont très différents :

En présence d'acide nitreux : I, pas de coloration; précipité jaune (L); II, faible coloration bleue (L).

En présence de PbO^2 (liqueur acide) : I, pas de coloration (Z et G); II, forte coloration bleue (W et M).

Ceci confirme les observations faites séparément par MM. Zelinsky et Gutt, par MM. Wahl et Meyer, et par moi-même (*loc. cit.*).

Le bioxyde de plomb en liqueur acide ne donnant rien avec le composé n° I, j'ai examiné l'action du chloranile sur lui, en opérant en milieu benzénique, pour précipiter s'il y avait lieu le colorant formé.

On constate de suite qu'il se produit une quantité très appréciable de matière colorante, contrairement à l'opinion de MM. Zelinsky et Gutt; mais, si l'on a mis, comme d'ordinaire dans les oxydations au chloranile, des quantités équivalentes de leucobase et de dérivé chloré, la production de colorant s'arrête bien avant que la quantité formée n'atteigne la quantité attendue; il reste de la leucobase, et l'addition d'une nouvelle portion de chloranile donne une nouvelle quantité de colorant; il en est ainsi jusqu'au moment où l'on a ajouté environ 3 à 4 fois la quantité initiale de chloranile. Cette consommation exagérée de dérivé chloré est tout à fait anormale, comme aussi la nuance du colorant obtenu; les analogies entre la série aliphatique et la série alicyclique laissent, en effet, supposer que la leucobase I se comportera à peu près comme une leucobase du type $CH^3 - CH\begin{cases} D' \\ D \end{cases}$, laquelle donne d'après M. Trillat (*Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIII, 1900, p. 18) et comme on le vérifie aisément, un colorant bleu violacé analogue à l'hydrol de Michler.

Il était alors à présumer que le colorant vert obtenu au moyen de la leucobase I n'est autre que le vert malachite lui-même, et que l'oxydation comporte deux opérations distinctes, simultanées ou non : 1° disparition des six atomes d'hydrogène supplémentaires du noyau cyclohexyle et retour au noyau phényl; 2° oxydation régulière de la leucobase du triphénylméthane ainsi reconstituée. L'isolement, et l'étude du colorant vert obtenu avec I, ont confirmé cette manière de voir.

En teinture, ce colorant s'identifie avec le vert malachite, intensité et nuance.

La comparaison des spectres d'absorption conduit au même résultat; deux solutions aqueuses, dont l'une obtenue avec ce colorant, l'autre avec le vert malachite, donnent à égales dilutions, sous la même épaisseur et avec la même lumière, des spectres d'absorption aussi identiques que possible, comme le montrent les nombres suivants (rapportés à l'échelle micrométrique du spectroscope) :

	Colorant I.	Vert malachite.
Dilution 10....	Bandes colorées de 13 à 20 et de 93 à 108	14 à 22 et 95 à 108
» 15....	» 14 à 23 » 88 à 113	15 à 24 et 87 à 112
» 20....	» 15 à 24 » 84 à 114	15 à 24 et 84 à 114

La preuve définitive de l'identité présumée est fournie par l'étude du produit de réduction du colorant dérivé de la leucobase n° I et par sa comparaison avec la leucobase du vert malachite. La réduction du colorant n° I, très facile par le zinc et l'acide chlorhydrique, donne une substance soluble dans l'alcool; ses solutions cristallisent par addition d'un germe de leucobase du vert malachite; les cristaux obtenus, à peine légèrement colorés en gris, s'oxydent régulièrement en vert en liqueur acétique par PbO^2, ce que ne fait pas la leucobase initiale n° I; de plus ces cristaux, pris seuls ou mélangés à la leucobase de vert malachite, fondent comme elle à 92°.

Il n'y a donc aucun doute : si le bioxyde de plomb n'oxyde pas la leucobase n° I qui possède un noyau cyclohexyle, le chloranile l'oxyde très bien en fournissant non pas du vert malachite hexahydrogéné, mais du vert malachite ordinaire et, par conséquent, l'oxydant enlève au noyau cyclohexylique ses six atomes d'hydrogène supplémentaires. C'est sans doute le premier exemple qui soit signalé de cette curieuse réaction, et je désire m'en réserver l'étude.

Ce travail donne également un exemple, peut-être le premier, d'un même colorant fourni par deux leucobases différentes et d'un colorant qui ne rend pas, par réduction, la leucobase dont l'oxydation l'avait engendré. Enfin, si ce travail ne démontre pas d'une manière absolue l'impossibilité d'obtenir des colorants dont au moins un noyau est cyclohexylique, il rend peu vraisemblable, dans la série étudiée, l'existence de tels colorants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des alcoolates de sodium primaires avec les alcools secondaires.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Dans des Communications antérieures faites à l'Académie (¹) j'ai montré que les alcools primaires réagissent sur leurs propres dérivés sodés ou sur les dérivés sodés d'autres alcools primaires en donnant des alcools plus condensés, suivant l'équation



$$C^m H^{2m+1} OH + C^n H^{2n+1} ONa = C^{m+n} H^{2(m+n)+1} OH + NaOH.$$

Il en est de même pour les alcools secondaires réagissant sur les dérivés sodés d'autres alcools secondaires.

Il était donc probable qu'on pourrait condenser de même les alcools primaires avec les alcools secondaires, mais rien ne faisait prévoir comment se ferait la condensation.

Nous allons voir qu'elle se réalise aux dépens du groupement fonctionnel de l'alcool primaire et que les alcools obtenus sont secondaires. Par exemple, l'alcool isoamylique $(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH^2OH$ se condense avec l'alcool isopropylique $CH^3 - CHOH - CH^3$ en donnant naissance au méthylisohexylcarbinol



$$CH^3 - CHOH - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH = (CH^3)^2.$$

De même, l'alcool propylique $CH^3 - CH^2 - CH^2OH$ et l'alcool caprylique $CH^3 - (CH^2)^5 - CHOH - CH^3$ donnent, par leur condensation, le propyl-3-octanol-2 $CH^3 - (CH^2)^4 - CH(C^3H^7) - CHOH - CH^3$.

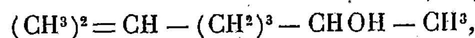
Comme dans la condensation des alcools primaires entre eux ou des alcools secondaires entre eux, l'enchaînement des deux molécules réagissantes se fait par l'atome de carbone voisin du groupement fonctionnel.

La condensation de l'alcool isoamylique sodé avec l'alcool isopropylique se réalise en chauffant à 220°-230° une série de tubes scellés préparés chacun en faisant dissoudre 2g de sodium dans un mélange de 12cm³ d'alcool isopropylique et 14cm³ d'alcool isoamylique.

A l'ouverture des tubes, il se dégage de l'hydrogène. On reprend leur contenu par le moins d'eau possible et l'on obtient un mélange, qui se sépare en deux couches. La couche supérieure est séparée et chauffée à reflux pendant une demi-heure pour saponifier les éthers qu'elle renferme; puis elle est distillée pour séparer la plus grande partie de l'alcool isopropylique qui n'a pas réagi. Le résidu de la distillation est saturé

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVII, p. 67, et *Comptes rendus*, t. 149, p. 129, et t. 150, p. 183 et 979.

presque complètement par de l'acide chlorhydrique, puis on achève la saturation en y faisant passer un courant d'acide carbonique. Le mélange se sépare en deux couches. On décante la couche supérieure, qui contient les alcools; on la lave à l'eau; on la dessèche sur le carbonate de potasse; enfin, on la soumet à une série de distillations fractionnées. Avec 180^{cm^3} d'alcool isopropylique et 210^{cm^3} d'alcool isoamylique, on obtient ainsi 68^g d'un alcool qui est le méthylisohexylcarbinol,



$$(CH^3)^2 = CH - (CH^2)^3 - CHOH - CH^3,$$

comme nous allons le voir.

Cet alcool est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 172°-173°. Sa densité à 0° est 0,8329.

Il répond à la formule $C^8H^{18}O$.

Chauffé à 230° avec la potasse caustique, il dégage beaucoup d'hydrogène et donne naissance à une petite proportion d'acides en même temps qu'il se forme un alcool deux fois plus condensé, bouillant à 160°-165° sous 15^{mm} de pression et répondant à la formule $C^{16}H^{34}O$. Ce sont là, comme je l'ai montré ([1]), les propriétés d'un alcool secondaire. D'ailleurs, sa vitesse d'éthérification, 18,8, vient encore confirmer cette hypothèse.

Les acides, formés dans cette action de la potasse sur l'alcool $C^8H^{18}O$, sont, d'une part, l'acide formique et, d'autre part, un acide dont le sel de baryum a pour formule $(C^7H^{13}O^2)^2Ba$.

Oxydé par le mélange chromique, l'alcool $C^8H^{18}O$ fournit une acétone de formule $C^8H^{16}O$, qui est liquide, incolore, d'odeur agréable et bout à 170°-171°. Elle se combine au bisulfite de sodium en donnant un composé cristallin. Oxydée par le mélange chromique, elle produit de l'acide acétique et un acide de formule $C^6H^{12}O^2$, que le point de fusion de son amide, 119°-120°, identifie avec l'acide isobutylacétique



$$(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH^2 - CO^2H.$$

L'acétone $C^8H^{16}O$ est donc identique à l'isoamylacétone



$$(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3$$

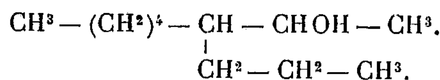
obtenue par Combes ([2]).

La condensation de l'alcool propylique sodé avec l'alcool caprylique se réalise, comme il a été dit plus haut, pour les alcools isopropylique et isoamylique.

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 722 et 713.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XII, p. 249.

L'alcool résultant de la réaction est le propyl-3-octanol-2



$$CH^3-(CH^2)^4-\underset{\substack{|\\ CH^2-CH^2-CH^3.}}{CH}-CHOH-CH^3.$$

Il répond à la formule $C^{11}H^{24}O$. Sa densité à 17° est 0,831. C'est un liquide huileux, d'odeur assez désagréable. Refroidi dans la glace, il cristallise et ne fond plus qu'à + 5°. Il bout à 234°-235°. Son éther acétique $C^{11}H^{23}C^2H^3O^2$ bout à 246°-248°.

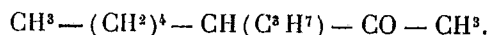
Chauffé à 230° avec la potasse caustique en excès, il se comporte comme un alcool secondaire ayant un groupement méthyle directement uni au groupement fonctionnel. Les produits de la réaction sont, en effet, de l'hydrogène, un alcool plus condensé et bouillant avec décomposition au-dessus de 300° et une petite proportion des acides formique et décylique. Sa vitesse d'éthérification est 16,4.

L'acétone correspondante $C^{11}H^{22}O$ est un liquide incolore bouillant à 230°-231°, de densité 0,8405 à 0°. Elle se combine au bisulfite de sodium. Oxydée par le mélange chromique, elle donne de l'acide acétique ainsi qu'une acétone de formule $C^9H^{18}O$, qui bout à 187°-188° et dont la constitution ne peut être que celle de la propylamylcétone



$$C^5H^{11}-CO-C^3H^7.$$

L'acétone $C^{11}H^{22}O$ est donc la propyl-3-octanone-2



$$CH^3-(CH^2)^4-CH(C^3H^7)-CO-CH^3.$$

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur l'agitation interne des cristaux liquides.* Note de M. **Ch. Mauguin**, présentée par M. Fred Wallerant.

Les cristaux liquides les plus simples s'obtiennent en faisant fondre en couches de quelques centièmes de millimètre, entre un porte-objet et un couvre-objet très propres, certaines substances telles que l'*azoxyanisol*, l'*acide méthoxycinnamique*, l'*anisal-aminocinnamate d'éthyle*, l'*éthoxybenzal-aminocinnamate d'éthyle α-méthylé*, etc. Les lames liquides, qui résultent de cette fusion, se comportent comme des cristaux uniaxes dont l'axe serait perpendiculaire aux surfaces du verre, et montrent au microscope polarisant (lumière convergente) la croix noire et les anneaux colorés bien connus.

En lumière parallèle, entre nicols croisés, avec une source assez faible (bec Auer), ces lames paraissent éteintes. Si on les éclaire très vivement avec un arc électrique, on constate que l'extinction est loin d'être complète. Les préparations, observées avec un grossissement d'une centaine d'unités,

prennent alors un aspect des plus singuliers : la lame liquide se résout en un pointillé de petites taches noires et blanches (diamètre de l'ordre du centième de millimètre) *animées d'un fourmillement rapide et incessant*, étrange dans un milieu qui montre par ailleurs des caractères cristallins si nets. L'éclairage à arc n'est pour rien dans la production de ce fourmillement, car on arrive avec un peu d'entraînement à l'apercevoir à la simple lumière diffuse du jour, au moins dans les préparations épaisses.

L'agitation persiste aussi longtemps que la substance étudiée est dans la phase liquide anisotrope. Dans le cas du dernier corps cité, cette phase peut s'observer dans un intervalle de 50° (75° à 125°); on constate très nettement que *l'intensité de l'agitation s'accroît lorsque la température s'élève.* Tous les mouvements cessent brusquement d'être visibles lorsqu'on atteint la température où le fluide devient isotrope ; ils réapparaissent par refroidissement.

Le fourmillement du liquide est tout à fait désordonné, et ne saurait, par conséquent, être attribué à des courants de convection à l'intérieur de la préparation. L'allure générale du phénomène est tout à fait celle du mouvement brownien des suspensions colloïdales riches en granules. Pourtant il ne paraît pas y avoir de grains dans le liquide biréfringent; du moins l'observation faite suivant les procédés ordinaires n'en montre pas. Avec l'éclairage ultra-microscopique (dispositif de MM. Cotton et Mouton), on n'observe qu'une diffusion uniforme de lumière.

Une explication complète du phénomène me paraît encore prématurée; mais il me semble qu'on peut provisoirement l'interpréter en admettant que les éléments anisotropes constituant le liquide, sensiblement parallèles entre eux, sont animés autour de leur position moyenne d'oscillations plus ou moins désordonnées au cours desquelles ils s'associent en groupements temporaires où l'axe optique est tantôt normal (taches sombres), tantôt incliné (taches claires) sur les lames de verre.

Cette interprétation reçoit un commencement de confirmation par l'étude du phénomène dans un champ magnétique. J'ai montré antérieurement [1] qu'un champ de quelques milliers d'unités impose à l'azoxyanisol fondu une orientation déterminée : axe optique parallèle aux lignes de force. Les autres corps s'orientent de même, comme j'ai pu le constater depuis. Un champ *normal aux lames de verre* tendra donc nécessairement à entraver les oscillations auxquelles il était fait allusion plus haut. On constate effectivement que *le fourmillement disparaît dans un champ magnétique de quelques*

---

(1) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1680.

milliers d'unités (ou tout au moins s'atténue assez pour n'être plus visible, les conditions d'éclairement restant les mêmes). L'agitation se manifeste à nouveau avec son aspect primitif dès qu'on supprime le champ.

L'*éthoxybenzal-aminocinnamate d'éthyle α-méthylé* mérite une mention spéciale. Ce corps possède deux phases cristallines liquides (¹). Au-dessus de 75° (jusqu'à 125°) il est relativement fluide et présente toutes les apparences qui viennent d'être décrites : fourmillement intense, diffusion de la lumière à l'ultramicroscope, orientation par le champ magnétique. La phase observable au-dessous de 75°, notablement plus visqueuse, s'oriente très énergiquement sous l'action du verre (on peut pousser le couvre-objet sans troubler les phénomènes en lumière convergente); elle est absolument limpide et ne diffuse pas de lumière à l'ultramicroscope (²). Le champ magnétique est sans action sur elle. *Elle ne montre pas de fourmillement.* Certainement cette phase, quoique liquide encore, est beaucoup plus près que l'autre des milieux cristallins solides.

ANTHROPOLOGIE. — *L'ostéo-arthrite déformante à l'époque de la Pierre polie.* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Lucas-Championnière.

Dans la sépulture néolithique de Vendrest (Seine-et-Marne), que j'ai fouillée pour la *Société préhistorique française*, j'ai trouvé des ossements humains, correspondant à des adultes âgés et présentant les lésions caractéristiques de la maladie appelée aujourd'hui *ostéo-arthrite déformante.*

J'ai noté, comme os manifestement atteints : vingt-neuf vertèbres, plus ou moins bien conservées; une rotule; deux côtes; une extrémité inférieure de péroné; un troisième métatarsien droit; et au moins cinq première, deuxième et troisième phalanges.

C'est la colonne vertébrale qui a fourni le plus grand nombre d'os malades, paraissant se rapporter à une quinzaine de sujets au moins, pour la centaine de squelettes d'adultes retirés de cet ossuaire. Avec un aussi grand nombre de pièces, il est légitime de tenter une étude systématique de la localisation de l'affection à la colonne vertébrale qui a reçu le nom de *spondylite déformante chronique.*

Mes vingt-neuf pièces se décomposent ainsi : *onze* vertèbres cervicales;

(¹) W. Kasten, *Dissertation*, Halle, 1909.
(²) Vorländer, *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XLI, 1908, p. 2033.

neuf vertèbres dorsales et *neuf* vertèbres lombaires. Leur examen permet les conclusions suivantes.

La maladie est presque aussi fréquente aux reins et aux lombes qu'au cou, chez la femme que chez l'homme.

Chez les femmes, la lésion est manifestement localisée au *centre* de la colonne *cervicale* (4e et 5e vertèbres d'ordinaire); et elle siège plus souvent à *gauche* qu'à droite : fait tout à fait imprévu.

Chez les hommes, la maladie ne s'observe guère, au contraire, qu'à la *base* de la colonne *dorsale* (11e et 12e vertèbres ou vertèbres à fausses côtes), et au *centre* de la colonne *lombaire* (3e et 4e vertèbres). Presque toujours, elle siège à *droite*, c'est-à-dire du côté opposé à ce qu'on note pour le cou : constatation non moins curieuse.

Il est assez aisé d'ailleurs d'expliquer ces localisations très différentes (inconnues jusqu'à présent dans leurs détails, même pour l'époque moderne), en s'en tenant à la seule physiologie pathologique de l'affection, qui permet aussi de se rendre compte de la nature différente des lésions suivant leur siège.

Au cou, et chez la femme surtout, l'ostéo-arthrite est surtout marquée au niveau des *apophyses articulaires*, supérieure et inférieure, des vertèbres (elle est toujours intense au niveau des corps); et cette manifestation peut aller jusqu'à la soudure de deux vertèbres successives, accompagnée de saillies ostéophytiques et d'hypertrophie osseuse, c'est-à-dire à l'*ankylose* vertébrale vraie et complète (un cas).

Au niveau des reins (base du dos) et au centre des lombes, au contraire, les apophyses articulaires ne sont jamais frappées; elles restent indemnes, avec une maladie très accentuée. Là, la lésion est localisée au *corps vertébral;* elle se manifeste sous forme d'ostéophytes, plus ou moins considérables, en bordure des faces articulaires, ou de raréfaction, parfois énorme, du tissu osseux, avec ou sans production de lamelles osseuses, dans les ligaments vertébraux postérieurs, au-dessus et au-dessous de l'arc postérieur, entre les apophyses articulaires.

Ces faits anatomo-pathologiques, qui n'avaient jamais été signalés ni en tout cas classés de la sorte, même pour les pièces de l'époque actuelle, méritent la plus grande attention. Ils montrent quel rôle joue la physiologie normale de la colonne vertébrale dans la distribution et dans la forme des manifestations osseuses, caractérisant la spondylite déformante chronique, qui a pour point de départ et les articulations proprement dites et les ligaments unissant les vertèbres.

Cette variété d'*ostéoarthrite chronique*, qui se généralise plus ou moins, est de beaucoup *la plus ancienne* de toutes les maladies connues. En effet on a constaté son existence chez des animaux vivant à l'état sauvage et n'ayant jamais été domestiqués, par exemple chez le grand ours des

cavernes (*Ursus spelœus*) au début même du Quaternaire ancien, dans la caverne de l'Herm (Ariège), où des silex taillés de l'époque *acheuléenne* ont été reconnus. Il était donc intéressant sinon de la dépister à l'âge de la *Pierre polie* (car on la connaissait déjà depuis longtemps pour cette période), du moins d'en étudier à fond la forme la plus importante, en attendant qu'on puisse retrouver cette affection sur des squelettes humains de l'âge de la *Pierre taillée* (Quaternaire moyen).

D'ailleurs cette maladie a été découverte récemment en Égypte sur les animaux domestiques et chez l'Homme de l'époque préhistorique. Il y a donc là un vaste et intéressant champ de recherches pour la Pathologie comparée et les maladies des premiers âges de l'Humanité.

PHYSIOLOGIE. — *Anaphylaxie et immunité.* Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. Dastre.

L'injection répétée de sérum de cheval ou, en général, d'un liquide albumineux dans l'organisme du lapin, crée chez lui un état de sensibilité spéciale, dit *anaphylaxie*. L'injection répétée de toxine dans l'organisme du lapin crée chez lui un état d'insensibilité spéciale dite *immunité*. Ces deux états inverses ne sont pas toutefois, comme on pourrait le croire, incompatibles.

Si l'on injecte sous la peau de l'abdomen d'un lapin 2^{cm^3} d'une solution de venin de cobra à $\frac{1}{10000}$, l'animal survit sans présenter d'accidents généraux ou locaux (l'injection se résorbe en quelques heures). Si l'on répète l'injection cinq à huit fois de 4 en 4 jours, à la même dose, on remarque que les injections tardives ne sont plus rapidement résorbées : il se produit à leur niveau de l'œdème, des infiltrations caséeuses, des nécroses, et ces lésions ressemblent, à s'y méprendre, aux lésions de la séro-anaphylaxie. Le lapin a été anaphylactisé par les injections répétées de venin de cobra. Cette conclusion est justifiée par les faits suivants. Si l'on injecte dans les veines d'un lapin neuf 2^{cm^3} d'une solution de venin de cobra à $\frac{1}{1000}$, il se produit presque aussitôt après l'injection une chute légère (1^{cm} à 2^{cm}) de la pression carotidienne, une diminution de la coagulabilité du sang, et parfois, mais non pas toujours, une faible accélération respiratoire (le rythme passant de 60 à 75 par ex.). Si l'on injecte, dans les veines d'un lapin préparé, le même volume de la même solution de venin, il se produit presque aussitôt après une chute énorme de la pression (elle passe de 10^{cm} à 3^{cm} par ex.), une diminution considérable de la coagulabilité du sang, et une telle accélération de

la respiration qu'elle devient, en général, polypnéique (le rythme passant de 60 à 300 par ex.). Le lapin a donc bien été anaphylactisé par les injections répétées de venin de cobra.

Mais le lapin neuf, qui, à la suite de l'injection intraveineuse de 2^{mg} de venin de cobra, a présenté une réaction primaire très modérée, meurt en 20-25 minutes, victime de la curarisation cobraïque; tandis que le lapin préparé, qui, à la suite de la même injection intraveineuse, a présenté une réaction primaire très considérable, survit sans parésie ou dyspnée, supportant, sans en souffrir autrement que par une réaction primaire exagérée, une dose de venin de cobra rapidement mortelle pour le lapin neuf. Le lapin a donc été immunisé par les injections répétées de venin de cobra.

Il convient de noter qu'il y a anaphylaxie pour les accidents primaires ou d'intoxication protéique et immunité pour les accidents secondaires ou de curarisation. En faut-il conclure que le venin de cobra contient deux substances toxiques distinctes, une protéine toxique et une curarine, agissant indépendamment l'une de l'autre dans l'organisme? Peut-être. Mais il se pourrait aussi qu'une seule substance toxique existât dans le venin de cobra, capable de manifester sa toxicité par les divers phénomènes déjà notés. Voici, sur cette question, une simple indication : si l'on ajoute à une même dose de venin de cobra des quantités croissantes de sérum anticobraïque, de façon à réaliser une série dont les premiers termes sont encore toxiques pour le lapin et dont les derniers ne le sont plus, on constate, en injectant ces mélanges dans les veines de lapins, que les deux propriétés, protéotoxique et curarisante, persistent toutes deux ou disparaissent toutes deux en même temps, comme si elles appartenaient à une seule et même substance. Sans doute, on pourra dire que le sérum anticobraïque contient deux antitoxines correspondant aux deux toxines; mais il serait surprenant qu'il les contînt en quantités correspondant exactement aux quantités des deux toxines dans le venin. Il est donc au moins possible que le venin de cobra ne renferme qu'une seule substance toxique capable d'engendrer dans un organisme qu'elle a modifié, à la fois l'état d'anaphylaxie pour ses propriétés protéotoxiques et l'état d'immunité pour ses propriétés curarisantes.

L'état d'anaphylaxie-immunité déterminé chez le lapin par injections répétées de venin de cobra a pour conséquence de modifier profondément la symptomatologie de la cobraïsation. Si l'on injecte dans les veines du lapin préparé 2^{mg} de venin de cobra, on ne provoque que des accidents d'intoxication protéique, sans manifestations curariques, et la symptoma-

tologie diffère du tout au tout de la symptomatologie cobraïque, pour rappeler rigoureusement la symptomatologie de l'intoxication par le venin de *Crotalus adamanteus*.

L'état d'anaphylaxie engendré par les injections répétées de venins chez le lapin modifie de même la symptomatologie des intoxications par les venins coagulants. Injecté à dose de 1^{mg} dans les veines du lapin, le venin de *Vipera Russellii* provoque la mort foudroyante par thrombose veineuse; injecté à la même dose dans les veines d'un lapin préparé par injections sous-cutanées répétées du même venin, il détermine les divers phénomènes de l'intoxication protéique, c'est-à-dire les phénomènes de l'intoxication par le venin de *Crotalus adamanteus*, type des venins anticoagulants *in vivo*. On obtient les mêmes résultats en substituant pour la préparation des animaux et pour leur intoxication le venin de *Crotalus terrificus* au venin de *Vipera Russellii*, de sorte que, dans ces conditions, les deux venins en apparence si différents des deux crotales se comportent de façon absolument identique. On peut admettre que, sous l'influence de la préparation, telle qu'elle a été réalisée, le foie acquiert la propriété de produire plus rapidement ou plus abondamment la substance anticoagulante apte à neutraliser les effets du fibrin-ferment contenu dans le venin de *Crotalus terrificus* ou produit par les leucocytes sous l'influence du venin de *Vipera Russellii*.

Notons que, chez le lapin, cette modification des caractères de l'envenimation n'est pas spécifique, comme les réactions d'anaphylaxie ne sont pas spécifiques chez le lapin. Si l'on injecte dans les veines du lapin préparé à l'aide du venin de *Crotalus terrificus* du venin de *Vipera Russellii*, on provoque l'incoagulabilité du sang, comme on l'aurait provoquée chez un lapin préparé à l'aide de venin de *Vipera Russellii*.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions du pigment*. Note de M. **Jousset de Bellesme**, présentée par M. Henneguy.

L'obscurité qui existe relativement au rôle que joue le pigment dans l'organisme nous a engagé à mettre en relief certains rapports constants qui existent entre l'élimination de ce produit par la peau et l'activité des organes reproducteurs.

Dans aucun groupe du régime animal, ces relations ne sont plus marquées que chez les Poissons, aussi les changements de coloration de ces animaux au moment du frai

ont-ils été remarqués très anciennement. Ces modifications ne sont pas spéciales à ce groupe de Vertébrés. On les observe aussi chez les Oiseaux et les Reptiles.

Chez les Mammifères, la pigmentation de la peau pendant les périodes d'activité des organes reproducteurs est moins visible à cause du revêtement pileux; néanmoins chez les Antilopes et les Macaques les parties nues de la peau se colorent au moment du rut. Enfin on retrouve des traces de ce rapport jusque dans l'espèce humaine puisque, pendant la gestation, certaines parties de la peau comme l'aréole du mamelon, la ligne blanche de l'abdomen et la peau de la face sont le siège d'une pigmentation très nette. On s'explique que ces différences ne s'observent pas dans le sexe masculin qui a le privilège, dès l'âge adulte, d'être constamment en puissance reproductrice, les époques de rut n'existant pas chez lui comme chez les autres Mammifères. Il est digne de remarque, pourtant, qu'aux époques de la vie où la fonction reproductrice est nulle ou sensiblement atténuée, comme dans l'enfance ou la vieillesse, on observe aussi la décoloration du poil et un éclaircissement notable du tégument. Tout le monde a remarqué le teint blafard qui caractérise les vieillards et les eunuques, et la blancheur de la peau chez les enfants.

Il nous paraît donc incontestable qu'il existe une relation étroite entre le fonctionnement de l'appareil reproducteur et la fonction de pigmentation. Pouvons-nous nous demander maintenant quelle est la signification de ce rapport? et comment la fonction pigmentaire s'exalte avec autant de constance sous l'influence d'une cause identique et bien déterminée? Si la nature et les fonctions du pigment nous étaient mieux connues, il nous serait plus facile de nous faire une idée exacte des causes de son apparition dans la peau et d'expliquer pourquoi il s'y développe à un moment donné. Nous en sommes donc réduits aux hypothèses. Toutefois, nous devons remarquer que la peau est essentiellement un organe d'élimination, et cette constatation nous amène à penser que, si le pigment y apparaît au moment du frai, il y vient pour être éliminé.

Ce qui est certain, c'est que, après avoir fait son apparition dans la peau, il disparaît. Est-il résorbé, c'est peu probable. Il est plus rationnel de penser que le pigment appartient à la catégorie des déchets organiques, et qu'après s'être rendu dans la peau, il est rejeté au dehors.

Mais pourquoi est-ce au moment où le fonctionnement reproducteur apparaît que cette élimination pigmentaire subit un aussi notable accroissement?

Bien que la nature du pigment soit peu connue, on sait que le fer entre dans sa composition chimique pour une assez forte proportion. Or, un autre élément organique très actif contient aussi une notable proportion de fer, c'est l'hémoglobine.

Le pigment serait-il un des produits de désassimilation de l'hémoglobine,

la chose est très possible. La maturation des produits sexuels entraînant une activité plus grande de la circulation, une consommation plus intense d'oxygène et nécessitant par conséquent une plus grande consommation de globules rouges, les déchets d'hémoglobine doivent être plus abondants à cette époque de la vie de l'animal et, par conséquent, l'élimination du fer qui entre dans leur composition, plus active. Ce fer s'éliminerait sous la forme de pigment.

Ce qui appuie cette hypothèse, c'est que cette élimination du pigment se fait plus spécialement sur les parties notablement vasculaires comme la peau, les tissus érectiles, le placenta, où abondent les globules rouges.

Bien que le pigment soit abondant chez les Invertébrés, il paraît être dans les tissus, à poste fixe, car nous n'y observons pas de colorations anormales au moment de la reproduction. On ne voit pas que les femelles des Crustacés aient, à l'époque de la gestation, d'autres colorations qu'en temps ordinaire. Il en est de même chez la plupart des Insectes. Le Papillon qui sort de la chrysalide n'est pas plus coloré, ni d'une autre façon qu'au moment de l'accouplement et de la ponte.

Toutes ces considérations nous portent à considérer les colorations pigmentaires qui accompagnent l'évolution génitale comme le résultat de l'élimination des déchets des globules rouges du sang, élimination rendue plus active qu'à l'état normal par la surabondance d'oxygénation nécessaire pour l'accomplissement de la fonction reproductrice.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La rétine ne contient pas les principes chimiques du nerf optique.* Note de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Armand Gautier.

Deux mille cinq cents yeux de bœuf ont fourni 1150^g de rétine fraîche. 200^g de cette rétine ont servi à étudier la méthode d'analyse; 150^g ont été séchés à 110° pour déterminer l'eau et le résidu sec : 800^g ont été employés pour l'étude chimique.

Dans les abattoirs de Paris, les bœufs sont tués par abatage ou par saignée. Les rétines des bœufs tués par abatage peuvent parfois présenter une couleur rougeâtre, mais cette couleur disparaît si les rétines sont traitées par l'acide acétique à 0,50 pour 100. Les rétines des bœufs tués par saignée sont toujours décolorées, mais elles peuvent prendre une couleur pourpre si elles sont triturées avec du sang. Les rétines de cheval, presque dépour-

vues de vaisseaux sanguins sont toujours blanches. Il en est de même des rétines de porc et de mouton tués aussi par saignée.

La couleur pourpre rétinienne paraît donc donnée par le sang extravasé. Je n'ai pas trouvé trace de la prétendue rhodopsine.

La rétine est d'une part accolée à l'humeur vitrée (absence de la membrane hyaloïde) qui se liquéfie par battage et peut passer alors à travers les filtres, et d'autre part à la choroïde. La face interne de celle-ci se divise en deux parties (cheval), l'une noire et l'autre irisée (tapetum). Cette irisation disparaît si l'on enlève doucement l'épithélium qui recouvre cette partie de la choroïde dont les assises cellulaires sont d'une épaisseur inégale.

Étude chimique. — 800g de rétine fraîche (eau, 91 pour 100) sont mis en digestion à froid pendant 3 mois dans 2 litres de sulfure de carbone pur et neutre. Il se forme bientôt trois couches : l'une inférieure (*a*) sulfocarbonée à peine colorée, l'autre supérieure (*b*) aqueuse, et une couche semi-solide (*c*) intermédiaire. On filtre; on sépare la couche (*a*) de la couche (*b*). La couche semi-solide (*c*), restée sur le filtre après extraction du sulfure par succion à la trompe, est épuisée à l'eau distillée qui donne une deuxième partie aqueuse (*d*).

Le résidu de (*c*), insoluble dans l'eau, est ensuite épuisé à chaud par l'alcool fort. Après filtration, on a une partie alcoolique (*e*) et un résidu insoluble (*f*). On fractionne donc ainsi la rétine en 5 parties qui, rapportées à 1000g de rétine fraîche, répondent aux poids suivants :

			g
I.	Partie *a* sulfocarbonée.	Résidu sec......	10
II.	» *b* ou aqueuse.	Résidu sec......	12,40
III.	» *d* ou aqueuse de lavage.	Résidu sec......	3
IV.	» *e* ou alcoolique.	Résidu sec......	3,60
V.	» *f* résidu insoluble dans les dissolvants...		61
	Eau par différence..........................		910
			1000

I. *Étude de la partie (a).* — On distille le CS^2, et l'on a un résidu de 8g presque liquide qui contient de la cholestérine fusible à 145° et qui se colore en rouge par le H^2SO^4, le reste est une huile colorée. *La cérébroïne en est complètement absente* (¹).

II. *Étude de la partie (b).* — Cette partie contient deux albumines dont l'une coagule à 70° et l'autre à 75°. Ces albumines précipitent par la liqueur d'Esbach et

(¹) *Comptes rendus*, 5 juin 1905. — Barbieri, *La composition chimique du neuroplasma* (*Siebenter internationaler Physiologen-Kongress*, Heidelberg, 1907); *The chemical composition of Nervous System* (*Seventh Internationaler Congress of Applied Chemistry*, London, 1909 : *Physiological Chemistry and Pharmacology*, Section IV, A.2, p. 61-67); *Sur la composition chimique du tissu nerveux* (*VIII. Internationaler Physiologen-Kongress*, Wien, 1910).

par le sulfate d'ammoniaque en poudre. On les sépare par coagulation fractionnée. Le résidu débarrassé, par filtration, de ces deux albumines contient du sel marin, des phosphates et des principes azotés que je n'ai pas encore entièrement examinés.

III. *Étude de la partie* (*d*). — Cette partie contient les mêmes principes que la partie II, mais en très faible quantité.

IV. *Étude de la partie* (*e*). — On distille l'alcool et l'on a un résidu pesant 3g. Ce résidu est complètement soluble dans l'éther. La solution éthérée laisse déposer 0g,32 d'un principe blanc, fusible à 156°, mais qui est complètement soluble dans le chloroforme. *La cérébrine en est complètement absente.* Après avoir éliminé ee corps blanc, il reste de l'huile et de la cholestérine.

V. *Étude de la partie* (*f*). — Le résidu insoluble ne présente aucun caractère qui puisse le rapprocher du tissu nerveux. Il ne contient ni cérébroïne ni cérébrine.

De l'absence complète de ces deux substances et de la différence des albumines je conclus que la rétine ne contient pas les éléments chimiques principaux qui caractérisent le système nerveux central ou périphérique.

Ces résultats sont entièrement opposés aux idées classiques sur la nature de la rétine et à celles dont je suis moi-même parti lorsque j'ai voulu isoler de la rétine les principes de la substance blanche nerveuse, puisque la rétine jusqu'à aujourd'hui a été considérée comme un épanouissement du nerf optique.

Microchimie. — La rétine se colore facilement par les matières colorantes; elle se colore à peine en noir par l'acide osmique; elle est presque complètement soluble à chaud dans l'acide acétique; elle forme une gelée avec l'ammoniaque.

Le neuroplasme frais des nerfs optiques [1] ne se colore pas par les matières colorantes, il se colore vivement en noir par l'acide osmique, il est complètement insoluble à chaud dans l'acide acétique, il ne forme pas de gelée avec l'ammoniaque. Deux nerfs optiques de bœuf (10g environ), bouillis avec l'alcool mêlé de quelques gouttes de chloroforme, donnent 0g,08 d'un mélange de cérébroïne et de cérébrine. 100g de rétine fraîche de bœuf, traités dans les mêmes conditions, ne donnent pas trace de ces substances.

---

[1] *Comptes rendus*, 8 mai 1911.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Métabolisme de l'acide oxalique et des oxalates dans l'économie.* Note (¹) de M. **J.-M. Albahary**, présentée par M. Armand Gautier.

Il nous a paru intéressant de savoir comment se comportent l'acide oxalique et les oxalates dans les différents milieux de l'organisme. Ces corps y sont-ils détruits? A cet effet, nous en avons soumis une quantité exactement pesée à l'action du suc gastrique (pepsine + HCl); dans une seconde expérience, nous avons étudié l'action du suc intestinal (suc pancréatique + bile). Enfin, pour nous rendre compte de ce que deviennent l'acide oxalique, et les oxalates en général, lorsqu'ils ont pénétré dans la circulation, nous avons cherché si ces substances subissaient quelques modifications pendant leur séjour dans le sang et dans les glandes qu'il traverse.

I. 1° Dans une solution de pepsine (titre = 250) additionnée d'acide chlorhydrique à 4 pour 100, nous avons ajouté 0g,300 d'acide oxalique pur. Le volume du mélange est amené à 300cm³ de façon que l'acide oxalique s'y trouve dans la proportion de 1 pour 1000. Le tout est soumis pendant 12 heures à la digestion artificielle à 38° C. Un tube de Mett ayant séjourné pendant ce temps dans le mélange est digéré à la hauteur de 2mm, comme dans le flacon témoin. L'analyse de l'acide oxalique à la fin de cette expérience décèle 0g,288 (²). Il y aurait, par conséquent, 0g,012 d'acide oxalique disparu dans cette expérience.

2° Sur 1g,500 d'acide oxalique dissous dans la proportion de 5 pour 100 dans un mélange digestif, on retrouve 1g,496 d'acide oxalique. Tube de Mett = 3mm.

3° Sur 3g d'acide oxalique dissous dans la proportion de 10 pour 100, dans la liqueur digestive, on retrouve 2g,982 d'acide oxalique. Tube de Mett = 2mm.

Dans une deuxième expérience, nous avons soumis un sel neutre, l'oxalate de soude, aux mêmes agents digestifs et dans les mêmes proportions; nous avons observé les résultats analogues à ceux ci-dessus.

Il résulte de ces expériences que l'oxalate n'est nullement attaqué par le suc gastrique, mais que la digestion de l'albumine coagulée paraît être légèrement entravée par la présence de ce sel dans le milieu digestif, au moins lorsque ce milieu est d'une faible activité, car l'expérience suivante nous démontre qu'en milieu très actif, l'acide oxalique et les oxalates n'ont aucune influence sur la digestion du blanc d'œuf.

Nous avons, en effet, repris les expériences ci-dessus en soumettant

(¹) Présentée dans la séance du 13 mai 1912.

(²) Déduction faite de l'acide oxalique préformé apporté par la pepsine.

l'acide oxalique et l'oxalate de sodium à l'action d'une pepsine excessivement active (pepsine Fairchild, titre = 3000) et nous avons obtenu les mêmes résultats négatifs après 72 heures de digestion.

II. Lorsqu'on soumet l'oxalate de soude à l'action de l'extrait de pancréas (pancréatine Fairchild en milieu légèrement alcalin par $Na^2CO^3 = 1$ pour 100, condition optimum de son activité), on retrouve cet oxalate intégralement après 3 jours de digestion.

Ces expériences montrent que les principaux sucs du tube digestif sont incapables de détruire *in vitro* l'acide oxalique et les oxalates. Nous savons d'autre part, et nous avons contribué à le démontrer (1), qu'une partie de l'acide oxalique ingéré passe dans la circulation et se retrouve dans les urines. Nous nous sommes dès lors demandé si tout l'acide absorbé traverse l'organisme et les différentes glandes digestives (2) sans subir de modifications, ou si une partie de ce corps est dissociée pendant son séjour dans le sang et les glandes.

Pour résoudre cette question, nous avons entrepris les expériences suivantes :

Après avoir soumis un chien de $16^{kg},800$ à un régime uniforme durant quelques jours, nous avons dosé l'acide oxalique de ses urines; trouvé $0^g,166$ pour 5 jours ou une moyenne de $0^g,033$ *pro die*.

Nous injectons le 8 mars 25^{cm^3} d'une solution légèrement alcaline contenant exactement $0^g,500$ de $C^2O^4H^2$ dans la veine saphène de l'animal. Celui-ci supporte très bien cette dose, nous n'observons aucun symptôme d'intolérance.

Le 9 mars, 1815^{cm^3} d'urines acides, pâles et légèrement troubles sans albumines.

Le dosage de l'acide oxalique a été fait selon notre procédé (3), nous avons eu soin de reprendre les précipités magnésiens pour contrôler si ceux-ci n'ont pas entraîné d'acide oxalique. Or, si dans aucune des analyses précédentes, le précipité magnésien ne décela trace de cet acide, il n'en fut plus de même dans les cas où l'on injecta de l'oxalate. L'analyse du sédiment séparé de l'urine révèle la présence de $0^g,025$ d'acide oxalique. Nous divisons l'urine en deux parties inégales : la première (1000^{cm^3}) décèle $0^g,032$ d'acide oxalique obtenus par la précipitation à froid de l'urine concentrée au bain-marie et séparée du précipité magnésien. Celui-ci bien lavé est redissous; l'analyse y révèle la présence de $0^g,076$ d'acide oxalique.

La seconde partie de l'urine (815^{cm^3}) est légèrement acidulée avec HCl et chauffée au bain-marie pendant 12 heures en remplaçant de temps en temps le liquide évaporé.

---

(1) ALBAHARY, *L'acide oxalique et ses origines dans l'économie*, 1903.

(2) Notre travail était très avancé lorsque la Note de M. Sarvonat parut dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*.

(3) *Comptes rendus*, t. 136, p. 1681.

Le lendemain nous avons procédé au dosage de l'acide oxalique selon la même méthode; nous avons obtenu $0^g,106$ d'acide oxalique, tandis que le précipité magnésien ne contenait qu'une quantité infinitésimale de cet acide.

Et ce phénomène se reproduit pour les urines des deuxième et troisième jours après l'injection d'oxalate : acide oxalique dosé dans une première portion (1000^{cm^3}) $= 0^g,085$; acide oxalique séparé du précipité magnésien $= 0^g,062$ d'acide oxalique; sédiments $= 0^g,20$ d'acide oxalique.

La seconde portion (625^{cm^3}), traitée comme précédemment pendant 12 heures au bain-marie, décèle $0^g,087$ d'acide oxalique, mais seulement des traces dans le précipité magnésien.

Les urines du quatrième jour contenaient $0^g,078$ d'acide oxalique dont $0^g,065$ entraînés pendant la précipitation magnésienne. Enfin les urines du cinquième jour ne contenaient plus que $0^g,042$ d'acide oxalique presque entièrement précipité comme sel de calcium.

Nous observons, par conséquent, une oxalurie très marquée, après l'injection intraveineuse d'oxalate, et cette débâcle oxalique a lieu pendant les trois premiers jours qui suivent l'opération. Il ressort en outre de ces expériences que l'oxalate s'élimine en totalité par la voie urinaire et qu'il ne subit aucune attaque dans l'économie, ceci nous permet de conclure que le foie en particulier ne détruit nullement l'acide oxalique ([1]). D'autre part, la quantité d'acide oxalique retrouvé dans les sédiments urinaires ne correspond à aucun moment à la quantité totale de cet acide charrié par le courant sanguin et éliminé avec les urines. Ces données confirment les observations de S. Serkowski et Mozdzenski ([2]) qui ont établi bien avant nous l'absence de parallélisme entre les quantités de l'acide oxalique sédimentaire et de l'acide oxalique dissous dans l'urine.

Mais le fait le plus remarquable qui semble résulter de nos analyses est celui-ci, que l'acide oxalique se trouve dans l'urine sous deux formes chimiques distinctes : 1° une forme non précipitable par le sel magnésien en solution alcaline; 2° une forme précipitable par le sel de magnésium. Dans le premier cas il s'agit incontestablement de l'oxalate proprement dit, tandis que dans le second nous sommes obligés d'admettre que l'acide oxalique se trouve dans l'urine en partie sous la forme d'une association organique, qui modifie les caractères chimiques et physiologiques de cet acide, et qui est apte à se dissocier facilement sous l'action des acides minéraux, donnant naissance à une certaine quantité d'acide oxalique libre.

C'est probablement à l'action de la cellule hépatique sur les oxalates du

---

([1]) SARVONAT, *loc. cit.*

([2]) S. SERKOWSKI et MOZDZENSKI, *Hoppe-Seylers Ztschr.*, t. LXX, p. 274.

sang qu'est due cette association, qui aurait pour résultat une solubilité plus grande de l'oxalate de calcium dans le sérum sanguin et partant un retard de la précipitation de ce sel pathogène.

Les manifestations pathologiques de l'oxalémie et de l'oxalurie ne seraient dès lors qu'une conséquence d'une activité hépatique insuffisante ou même déficiente vis-à-vis de l'acide oxalique de l'économie qui, à l'encontre des autres acides organiques, ne suit pas la loi de Wöhler.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Substances indialysables urinaires éliminées au cours des états diabétiques.* Note de MM. **H. Labbé** et **G. Vitry**, présentée par M. Dastre.

Dans une Communication récente [1], nous avons établi la grandeur numérique et la nature fortement azotée des substances indialysables urinaires chez les sujets normaux. Chez les individus atteints de diabète grave ou léger, surtout les diabétiques dont l'affection s'aggrave d'un état d'acidose marqué, les substances indialysables sont éliminées dans l'urine journalière en proportion extrêmement augmentée.

Le taux de l'indialysable urinaire est, en moyenne, trois ou quatre fois plus élevé chez les diabétiques que chez les gens sains et, exceptionnellement, cette quantité peut être décuplée.

Nous donnons ci-après un Tableau résumé des recherches effectuées en ce sens, sur diverses urines de diabétiques et d'acidosiques, dont quelques-unes ont été éliminées en cours de crise de coma diabétique, la veille ou le jour même de la mort.

---

(1) Séance du 29 avril 1912.

Nos.	Azote total indialysable. Pour 1000.	24h.	Indialysable total (1). Pour 1000.	24h.	Acidité indialys. (en SO^4H^2). Pour 1000.	Acidité urin. primit. (en SO^4H^2). Pour 1000.	Azote total (urine primitive). Pour 1000.	24h.
1....	0,17	0,68	1,31	5,24	0,14	0,78	5,68	22,72
2....	0,26	0,70	2,64	7,00	0,26	1,07	8,31	22,02
4....	0,14	0,35	2,92	7,30	0,35	2,15	3,50	8,75
5....	0,20	0,68	1,31	4,45	0,19	0,34	6,46	21,96
7....	0,23	0,46	2,56	5,12	0,32	0,88	4,36	8,72
10....	0,17	0,35	2,34	4,91	0,45	0,09	4,36	9,16
11....	0,20	0,21	1,66	1,76	0,25	0,20	3,08	3,26
12....	0,24	0,25	3,28	3,48	0,42	1,56	15,73	16,77
13....	0,15	0,36	1,09	4,02	0,16	1,17	7,76	17,04
14....	0,09	0,17	2,17	4,00	0,07	1,86	9,82	18,11
15....	0,10	0,16	3,51	5,70	0,03	1,56	7,36	11,96
16....	0,12	0,30	1,18	2,95	0,20	0,39	5,44	13,60
17....	0,03	0,12	0,34	1,36	0,02	0,78	5,68	22,72
Moy.	0,16	0,36	2,02	4,40	0,22	1,05	6,73	15,13

Rapports.

Nos.	N indialys. : N primitif urin.	N indialys. : indialys. tot.	Indialys. tot. : ext. organ. urin.	Acid. indialys. : indialys. tot.	Acid. indialys. : acidité urin.
	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
1.......	2,90	15,10	5,10	10,91	18,30
2.......	3,10	9,80	8,90	9,84	24,20
4.......	4,08	4,80	16,60	12,00	16,20
5.......	3,09	15,20	6,21	14,50	55,30
7.......	5,27	7,71	5,83	1,73	39,20
10.......	3,89	7,26	11,21	12,73	»
11.......	6,49	12,04	10,00	19,23	125,00
12.......	1,52	7,31	6,60	15,06	26,92
13.......	2,10	8,80	7,40	12,83	13,60
14.......	0,95	4,15	6,40	9,47	3,50
15.......	1,41	2,90	9,21	6,27	1,41
16.......	2,17	10,00	4,90	16,18	48,90
17.......	0,60	8,80	2,70	0,62	2,56
Moy.	2,90	8,76	7,77	10,81	31,35

(1) Les substances sucrées de l'urine étant, comme nous l'avons antérieurement montré, énergiquement retenues avec les substances indialysables, il importe de remarquer que les chiffres d'indialysable ont été notés avec déduction du sucre évalué en glucose.

Si l'on compare les données analytiques de ces Tableaux à celles qu'ont fournies des urines normales, on voit que l'azote indialysable des diabétiques s'élimine dans un rapport avec l'azote total sensiblement égal à celui des sujets normaux, mais la proportion de l'azote contenu dans ces substances indialysables est plus faible. D'autre part, la quantité d'indialysable éliminée par nycthémère est beaucoup plus élevée chez les diabétiques. Cette quantité, en moyenne trois fois plus élevée que celle éliminée par des sujets normaux dans le même laps de temps, a dépassé 7^g à 8^g en valeur absolue extrême.

L'azote indialysable total est également plus élevé chez les diabétiques. Quant à la nature chimique de cet indialysable, l'examen des chiffres nous montre une différence frappante avec l'état normal. L'acidité indialysable chez les diabétiques, rapportée au litre d'urine, est près de dix fois plus élevée. Le rapport de l'acidité à la masse totale indialysable est également, chez nos diabétiques, cinq fois plus élevée en moyenne qu'à l'état normal.

Il importe de noter le fait que l'acidité indialysable qui, chez les sujets sains, n'entre dans le total de l'acidité urinaire que pour une moyenne de 5 pour 100 environ, concourt chez les diabétiques à ce même total pour plus de 31 pour 100. C'est, vraisemblablement, l'une des raisons parmi celles qui rendent si malaisée la réduction de l'acidité urinaire chez certains diabétiques acidosiques.

En conclusions, les urines des diabétiques graves ou légers, des acidosiques, des sujets morts par coma diabétique, que nous avons étudiées, contiennent, en proportion plus élevée qu'à l'état normal, des substances indialysables, de caractère acide exalté. Nous reviendrons ultérieurement sur la nature azotée de ces substances, leurs caractères chimiques généraux, ainsi que leurs propriétés toxiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une action synthétisante de l'émulsine.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

On a remarqué depuis longtemps que les réactions déterminées par les ferments solubles s'arrêtent, lorsque leurs produits restent en solution, avant que la totalité de la substance soumise à l'action de ces agents soit décomposée.

On a comparé ces réactions à l'éthérification des alcools par les acides, où la combinaison est limitée par la réaction inverse, c'est-à-dire par la

saponification de l'éther sous l'influence de l'eau formée. Dans ce dernier cas, la réaction est dite *réversible*.

Si les réactions produites par un ferment soluble sont aussi réversibles, on doit pouvoir, par exemple, reproduire la salicine en traitant par l'émulsine un mélange de glucose et de saligénine. C'est ce qu'a essayé A.-W. Visser (¹) qui pense avoir démontré que le dédoublement de la salicine par l'émulsine est presque sûrement (fast sicher) réversible. Il a séparé un produit amorphe, se colorant en rouge par l'acide sulfurique, qu'il estime être de la salicine.

Visser a opéré, en solution aqueuse, dans des conditions telles qu'il ne pouvait se faire plus de $0^g,08$ de salicine pour 100^{cm^3}, représentant $\frac{1}{25}$ environ du glucose et de la saligénine soumis à l'influence du ferment; et la faiblesse de ce rendement a dû être un obstacle à l'extraction du glucoside formé.

Dans nos recherches récentes (²), où l'on a fait agir l'émulsine en solution alcoolique, la limite de l'action hydrolysante du ferment a été atteinte pour des quantités de salicine hydrolysée beaucoup plus faibles qu'en solution aqueuse. Ainsi, dans l'alcool à 85^c, l'action s'est arrêtée alors qu'il restait, si l'on s'en rapporte uniquement à la rotation observée, $\frac{54,7}{100}$ de salicine non attaquée. De sorte que, si la réaction était réversible, on pourrait, dans cet alcool, à l'aide de l'émulsine, déterminer la combinaison de 54 à 55 pour 100 des composants de la salicine.

Sans doute, il était à craindre que la présence de l'alcool ne modifiât la réaction, mais, de toutes façons, l'expérience méritait d'être tentée, d'autant plus que nous avons constaté que l'émulsine restée en contact avec l'alcool pendant plusieurs mois, avait conservé ses propriétés hydrolysantes, ce qui permettait de supposer que l'alcool ne nuirait pas à ses propriétés inverses, si elle les possédait.

L'expérience a été calquée sur celles que nous venons de rappeler. Dans 200^{cm^3} d'alcool à 85^c, on a fait dissoudre $1^g,25$ de glucose anhydre et $0^g,875$ de saligénine ($= 2^g$ de salicine); on a ajouté $0^g,40$ d'émulsine et abandonné à la température du laboratoire (17° à 20°).

La rotation primitive du mélange ($l = 2$) était de $+ 37'$. Dans l'hypothèse de la réversibilité, elle devait passer à gauche et s'arrêter vers $- 14'$ à $- 16'$, correspondant à la formation de $1^g,10$ de salicine (environ 55 pour 100). Voici les rotations observées jusqu'à l'arrêt.

(¹) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. LII, 1905, p. 258.
(²) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 944.

Durée	1 jour.	4 jours.	8 jours.	14 jours.	24 jours.
Rotation	+32′	+18′	+4′	−10′	−14′

Ainsi, les changements optiques survenus dans la solution et, en particulier, sa rotation finale concordaient avec l'hypothèse de la réversibilité, et il semblait qu'on fût autorisé à conclure à la formation de la salicine. Restait à s'assurer, en l'isolant, que ce glucoside avait réellement pris naissance dans la réaction.

L'opération pouvant présenter quelques difficultés, on l'a d'abord effectuée, à titre d'essai, sur une solution ayant la composition supposée de celle qui avait subi l'action de l'émulsine, c'est-à-dire sur 200^{cm^3} d'alcool à 85^c, renfermant $1^g,10$ de salicine, $0^g,393$ de saligénine et $0^g,562$ de glucose.

On a distillé pour éliminer l'alcool, on a dissous dans 50^{cm^3} d'eau, puis agité la solution avec de l'éther jusqu'à enlèvement de toute la saligénine. On a ensuite évaporé sous pression réduite et à siccité la solution aqueuse et traité le résidu à l'ébullition par 75^{cm^3} d'éther acétique addditionnés de 2^{cm^3} d'eau. Par refroidissement et repos une grande partie de la salicine s'est déposée sous forme de fines aiguilles.

Une fois en possession du procédé, nous l'avons appliqué au liquide traité par l'émulsine. Mais l'éther acétique n'a point extrait de salicine ; il a extrait un autre produit, qui s'est séparé sous la forme d'un sirop incolore. On a redissous, à froid, ce sirop dans l'alcool à 96^c et l'on a abandonné la solution dans le vide sulfurique jusqu'à dessiccation complète.

Le produit ainsi obtenu était dur, transparent, sans trace de cristallisation, très soluble dans l'eau; lévogyre, avec un pouvoir rotatoire égal à $-30°,02$ ($p = 0,3192$; $v = 25$; $l = 2$; $a = -46'$).

Traité par la liqueur de Fehling, il n'a donné que des traces d'oxydule de cuivre. Soumis à l'action de l'émulsine, il a été hydrolysé rapidement; la solution est devenue dextrogyre et fortement réductrice, mais il ne s'est pas formé de saligénine. Ce produit n'est donc ni de la salicine ni un autre dérivé de la saligénine.

Peut-être est-ce l'éthylglucoside-β de Kœnigs et Knorr [1] qui lui, non plus, n'a pas été obtenu cristallisé, qui est lévogyre au même degré ($\alpha_D = -30°,5$) et qui est hydrolysé par l'émulsine. Mais il faut d'autres recherches pour en décider.

Ce qui est à retenir des expériences que nous venons d'exposer, c'est que l'émulsine est susceptible d'exercer, en milieu alcoolique et dans d'autres milieux, comme nous nous en sommes déjà assurés, une action

[1] *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXXIV, 1901, p. 957.

synthétisante d'une puissance qu'on n'avait pas soupçonnée jusqu'ici, puisque, calculée d'après le pouvoir rotatoire du produit obtenu, cette action a atteint plus de $\frac{75}{100}$ du glucose mis en œuvre.

ZOOLOGIE. — *Les corps adipolymphoïdes des Batraciens.* Note de M. **Pierre Kennel**, présentée par M. Bouvier.

Dans deux Notes présentées à l'Académie (*Comptes rendus* des 15 mai et 28 août 1911) nous avons résumé les résultats de nos études sur les corps adipolymphoïdes des Batraciens et étudié leur constitution histologique et leur double fonction physiologique. Nous avons poursuivi nos recherches à ce sujet et nous avons pu, grâce à l'amabilité de M. le professeur Roule, examiner quelques Batraciens exotiques et en particulier un Gymnophione, l'*Ichthyophis glutinosus* L.

I. Au point de vue morphologique, *il faut distinguer deux types principaux:* le *type Anoure* et le *type Urodèle, Gymnophione.*

Chez les *Anoures*, les corps adipolymphoïdes sont digités; le nombre des digitations est essentiellement variable; leur forme peut varier aussi, c'est ainsi que, dans le genre *Callula*, la base de l'organe est elle-même déjà divisée en 3 lobes qui, après 2^{cm} ou 3^{cm}, se subdivisent à leur tour, tandis que dans le genre *Discophus* les digitations sont à peine marquées et, au contraire, sont très profondes dans le genre *Xenopus*.

Chez les *Urodèles*, ces organes affectent la forme d'une bande de longueur et d'épaisseur variables, située de chaque côté des ovaires et des testicules et en dedans de ceux-ci. D'après le genre et, semble-t-il, suivant la taille de l'individu, cette bande est simple ou divisée en plusieurs parties reliées entre elles par des tractus conjonctifs.

Chez les *Gymnophiones*, la bande adipeuse s'étend depuis l'extrémité postérieure de l'animal jusqu'au tiers antérieur, et elle est subdivisée en plusieurs lobes (15-20). Le testicule moniliforme ne couvre que le tiers de la longueur de l'animal.

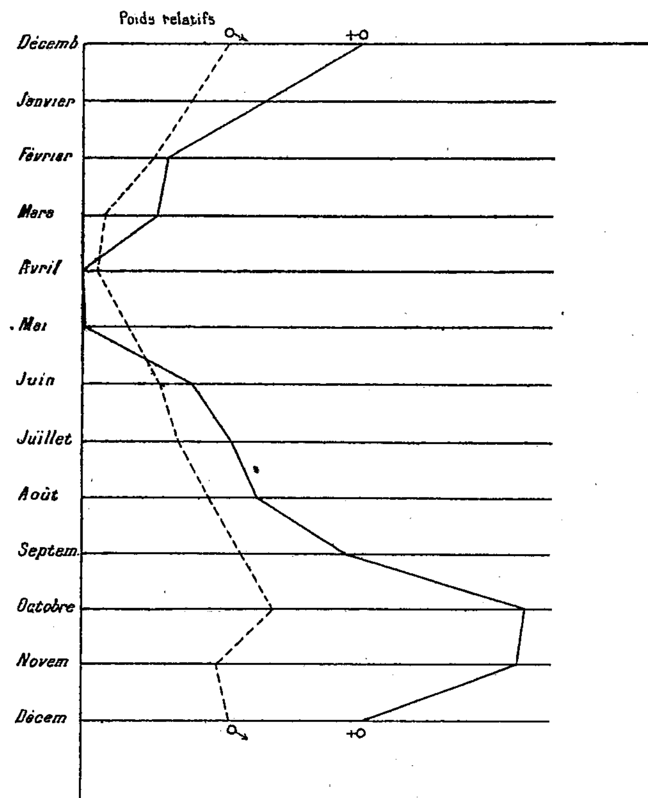
Il semble donc qu'il y ait comme un déplacement des corps adipolymphoïdes par rapport aux organes génitaux, ceux-ci étant en avant de ceux-là chez les Gymnophiones, à la même hauteur chez les Urodèles et en arrière chez les Anoures.

Le rapport $R = \frac{P}{p}$ du poids total de l'animal au poids des corps lymphoïdes est sensiblement invariable dans les genres par nous examinés; il en est de même de la teneur en graisse.

II. Au point de vue histologique, nous devons mentionner la décou-

verte de *vaisseaux lymphatiques* bien nets, renfermant de nombreux éléments. Il n'y a pas de différences histologiques remarquables d'un genre à l'autre ; les éléments sont plus ou moins abondants, les mailles du tissu conjonctif plus ou moins larges ; le calibre des vaisseaux peut varier légèrement, mais la disposition des cellules et leur connexion sont les mêmes.

III. Nous avons continué les pesées de grenouilles aux différentes époques, et nous pouvons donner de mois en mois la courbe des variations des poids des organes étudiés ramenés à l'unité de masse du corps.



On voit que le développement saisonnier des corps adipolymphoïdes passe par un minimum en avril, c'est-à-dire au moment de l'ovulation ; et que, pendant la belle saison, les réserves s'accumulent jusqu'à un maximum qui a lieu en octobre pour décroître ensuite rapidement pendant l'hibernation et la période d'élaboration des produits sexuels. Il faut remarquer que les points extrêmes d'une telle courbe peuvent se déplacer d'une

année à l'autre, et que leur position est fonction surtout des conditions climatériques; mais l'allure générale est à peu près constante.

IV. Nous avons extirpé en novembre les corps adipolymphoïdes à un certain nombre de grenouilles. Les animaux opérés ont été placés dans un aquarium dès que les plaies ont été refermées. La proportion des survivants a été de moitié environ, elle aurait été probablement plus grande si les animaux avaient été rejetés dans une mare. Ces jours derniers, nous avons procédé à l'examen de nos sujets, et nous avons constaté que l'opération: 1° n'avait en rien affecté les fonctions essentielles, puisque les animaux ont survécu; 2° que les produits sexuels, les œufs en particulier, se sont normalement développés; 3° que les animaux opérés se sont accouplés. L'étude de la courbe ci-dessus et des résultats opératoires indiquent nettement *que, malgré leur situation au contact des organes génitaux, les corps adipolymphoïdes ont une fonction de réserve somatique.* Les produits génitaux s'élaborent aux dépens de réserves localisées.

Nous avons constaté, chez un individu, *la régénération,* dans le péritoine, entre l'estomac et le duodenum, *de plusieurs petits corps adipolymphoïdes;* l'un affectait la forme d'une feuille de trèfle et mesurait 5^{mm} dans sa plus grande dimension, deux autres se présentaient comme de petites sphères de 2^{mm} de diamètre. Des vaisseaux péritonéaux les irriguaient abondamment. Cette nouvelle formation s'accomplit évidemment en vue de l'accomplissement de la fonction lymphopoïétique.

Il y a lieu de faire encore une remarque au sujet du petit volume des corps adipolymphoïdes, chez les grenouilles examinées en novembre, et d'incriminer la sécheresse persistante qui a sévi sur nos contrées pendant l'été, les Batraciens furent dans de très mauvaises conditions pour la constitution de leurs réserves, et il se pourrait que cette année le nombre des têtards soit réduit.

ZOOLOGIE. — *Contribution à la faune des terriers de Mammifères.* Note de M. L. **Falcoz**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'étude de la faunule commensale des terriers est de date relativement récente. Dans le cours de ces dernières années, de nombreux chercheurs ont inventorié en Europe les constructions souterraines des divers Mammifères fouisseurs, particulièrement celles du Spermophile, de la Taupe et du

Hamster. En France, des investigations analogues ont été entreprises depuis quelque temps, ayant porté principalement sur les terriers de Taupe.

Les excavations creusées par les Mammifères et leur servant de gîte ont été rangées par Racovitza ([1]) dans les microcavernes. Ce milieu, par son obscurité, sa température à faibles oscillations, son humidité relativement constante, se rapproche en effet du domaine cavernicole, et l'on conçoit qu'il ait pu, comme lui, altérer par des avantages semblables certaines espèces à tendances lucifuges.

En raison de cette analogie, et en s'inspirant de la classification donnée en 1854 par Schiner ([2]) pour les animaux peuplant normalement ou occasionnellement les cavernes, on peut répartir les Arthropodes des terriers dans les trois catégories suivantes basées sur leurs caractères éthologiques :

1° Les *Pholéobies* (φωλεός, terrier) qui vivent et se développent exclusivement dans les terriers;

2° Les *Pholéophiles* qu'on observe fréquemment dans ce milieu, mais qui peuvent aussi se rencontrer dans d'autres habitats;

3° Les *Pholéoxènes* dont la présence dans les terriers est purement accidentelle.

Cette classification n'a rien d'absolu; mais elle nous permet d'indiquer les différentes étapes dans l'adaptation des formes recueillies dans les gîtes souterrains de Mammifères.

Ce milieu fournit aux espèces des deux premières catégories des conditions d'existence bien spéciales, où les facteurs physiques doivent être considérés comme secondaires, tandis que la présence de l'hôte du terrier joue un rôle prépondérant. Nous avons maintes fois constaté, en effet, que des gîtes abandonnés depuis un certain temps ne renfermaient que des espèces pholéoxènes. D'ailleurs, les Pholéobies et les Pholéophiles, possédant des mœurs carnassières, coprophages ou saprophages, trouvent auprès du Mammifère qui les héberge des conditions d'existence particulièrement favorables, surtout au point de vue des ressources alimentaires. Certains même, tels que les Staphylinides et les Histérides, se nourrissant principalement, ainsi que nous l'avons observé, de larves de Puces et de nymphes

---

([1]) E.-G. Racovitza, *Essai sur les problèmes spéléologiques* (*Archives de Zoologie expérimentale et générale*, t. VI, 1907, n° 7).

([2]) J.-R. Schiner, *Fauna der Adelsberger-Lueger und Magdalenen-Grotte*. In : A. Schmidl, *Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Loos*, Wien, 1854.

d'Acariens, peuvent être regardés comme des commensaux mutualistes en raison des services qu'ils rendent à leur hôte en empêchant le pullulement de ses parasites.

Si l'on compare la faune entomologique des terriers avec celle des cavernes, on constate qu'il existe de part et d'autre des espèces souvent voisines, parfois même communes ([1]). Nous pouvons citer notamment *Œcothea fenestralis* Fall., Diptère à yeux réduits, signalé des grottes de l'Indiana, en Amérique du Nord et dont nous avons observé récemment les habitudes pholéophiles. Il est à remarquer que les espèces pholéobies ne présentent pas d'ordinaire les modifications adaptives caractéristiques des véritables cavernicoles. Cependant, nous observons une réduction assez notable des organes visuels chez certains *Quedius* particuliers aux terriers : *Q. longicornis* Kr., *vexans* Epp. et *talparum* Dev., par exemple. De même, il est intéressant de signaler que deux formes pholéobies du genre *Aleochara*, *A. cuniculorum* Kr. et *spadicea* Er., se distinguent de leurs congénères lucicoles par une élongation et une gracilité remarquables des pattes et des antennes, caractères qu'il est permis de regarder comme adaptatifs.

Ces exemples montrent qu'on pourrait considérer la faune des terriers, en ce qui concerne les espèces adaptées à ce milieu, comme un stade intermédiaire établissant le passage à la faune cavernicole.

Nos recherches dans les environs de Vienne en Dauphiné, pratiquées au cours de l'hiver 1911-1912, ont porté principalement sur les terriers de Blaireau et de Taupe. Ces derniers nous ont fourni environ 80 nids contenant au total plusieurs milliers d'Arthropodes adultes ainsi que de nombreuses larves dont nous avons pu élever une partie à domicile. Nous avons constaté que, étant exceptés les parasites de l'hôte du terrier, les véritables Pholéobies semblent appartenir exclusivement aux Coléoptères et aux Diptères. Les Myriapodes, Arachnides et Thysanoures, très nombreux en hiver dans le nid de la Taupe, sont des hôtes occasionnels, sauf peut-être *Lephthyphantes alutacius* E. Sim., *Chelifer phaleratus* E. Sim. et *Japyx solifugus* Halid., espèces lucifuges dont nous avons constaté trop régulièrement la présence pour qu'elle soit purement accidentelle.

([1]) La faune des terriers présente, d'autre part, avec la faune xénophile des termitières, fourmilières et autres cavités habitées par les Hyménoptères sociaux, d'évidentes analogies qui ont été signalées par J. Sainte-Claire Deville (*Faune des Coléoptères du bassin de la Seine : Staphylinoidea*, Paris, 1907, p. 149, en cours de publication), et par J. Roubal (*O broucích ve hnízdech ssavců a ptáků : De scarabæis in mammalium et avium nidis*, Prague, 1907, separat.).

La liste suivante énumère les principales espèces que nous avons recueillies. Nous y avons joint, sous forme de Tableau, quelques renseignements et observations se rapportant à chacune ([1]), le signe + est affirmatif, le signe — négatif :

Espèces	Hôte.	Durée de fréquence dans la région viennoise.	Obtenu d'éclosion.
COLÉOPTÈRES.			
Staphylinidæ.			
Philonthus spermophili Ggbl...	Taupe.	Rare.	—
Quedius talparum Dev..	»	»	—
Heterops prævia Er...........	Blaireau, Mulot.	Commun.	...
Heterops prævia subsp. nigra Kr.	Taupe.	Très commun.	+
Atheta nigricornis Thoms.. ...	Blaireau.	Peu commun.	...
Oxypoda longipes Rey.........	Taupe.	Commun.	+
Aleochara spadicea Er.........	»	»	+
Histeridæ.			
Hister marginatus Er..........	»	Rare.	—
Silphidæ.			
Catops nigrita Er.............	»	Commun.	+
DIPTÈRES.			
Lycoriidæ.			
Lycoria nervosa Meig.........	»	Très commun.	+
Phoridæ.			
Phora caliginosa Meig........	»	Peu commun.	+
Heleomyzidæ.			
Œcothea fenestralis Fall.......	Blaireau, Taupe.	Commun chez le Blaireau. Plus rare chez la Taupe.	+

Les faits signalés dans cette Note montrent l'intérêt tout particulier que présente l'étude de la faune des terriers par la contribution apportée à l'éthologie de certaines espèces et par les renseignements qu'elle peut fournir sur l'origine de la faune cavernicole.

([1]) Notre matériel a été très obligeamment revu par MM. Bezzi, Brölemann, J. Sainte-Claire Deville et Eugène Simon.

ZOOLOGIE. — *L'évolution de* Rhytidocystis Henneguyi *n. sp., Grégarine agame parasite des Ophélies.* Note de M. **Paul de Beauchamp**, présentée par M. Y. Delage.

En 1907, M. le professeur Henneguy (*C. R. Ass. française Avanc. des Sc.*, t. XXXVI, 1, p. 247; 2, 633) a fait connaître sous le nom de *Rhytidocystis Opheliæ* une Grégarine à spore renfermant seulement deux sporozoïtes, parasite dans le cœlome de l'Annélide Polychète *Ophelia bicornis* Savigny au Croisic. J'ai rencontré à Roscoff, dans l'*Ophelia neglecta* Schneider, une forme extrêmement voisine (comme le sont les deux hôtes d'ailleurs) de la précédente; son abondance m'a permis d'en établir à peu près complètement l'évolution, ce qui offrait un certain intérêt, car dans les deux espèces l'enkystement est *toujours solitaire*, ce qui exclut la possibilité de la fécondation, précédant la formation du sporoblaste, qu'on admet aujourd'hui être un phénomène tout à fait général chez les Grégarines. J'en donnerai ici une description préliminaire.

Au début du cycle évolutif se placent des individus intra-intestinaux plus ou moins piriformes qui paraissent accrochés aux cils de l'épithélium et susceptibles d'atteindre sur place une certaine dimension. Mais le plus souvent ils pénètrent entre ses cellules à un stade très précoce et s'accroissent là en refoulant celles-ci qui s'aplatissent et leur constituent une véritable écorce. Leur développement, surtout quand l'infection est massive, produit des réactions de défense très curieuses ayant pour résultat l'envahissement, par le tissu conjonctif, des cavités qu'ils ont creusées dans l'épithélium. Puis ils écartent les fibres des deux couches musculaires qui entourent le manchon endodermique, traversent le sinus sanguin habituellement virtuel qui les sépare et parviennent ainsi dans le tissu chloragogène, d'origine péritonéale, qui revêt le tube digestif; c'est principalement dans celui qui remplit tout le repli du typhlosolis qu'ils se localisent, grandissent et achèvent leur évolution jusqu'à la maturité des spores; il en est le plus souvent bourré sur toute la longueur de l'intestin. Les formes en liberté dans le cœlome manquent chez les individus peu infectés et n'y parviennent guère qu'à la fin de leur évolution : c'est une différence avec *Rh. Opheliæ* qui fait presque toute la sienne dans la cavité générale. Une autre plus importante est que la Grégarine au terme de sa croissance, régulièrement elliptique à moins de compression, a sa périphérie absolument lisse et non sillonnée par des crêtes régulières comme chez *Rh. Opheliæ*. Chacune est entourée d'un kyste très mince sécrété par elle et logée dans une alvéole spéciale du chloragogène; je ne suis pas sûr d'avoir observé un cas incontestable d'enkystement à deux.

Dans les formes jeunes, le noyau présente un nucléole et de petits grains ou filaments chromatiques dans le suc nucléaire. A la fin de la croissance, on trouve le gros nucléole, coloré en rouge par la méthode de Mann, mais renfermant en général des

inclusions bleues, et à son contact une petite masse bleue; le reste du suc nucléaire est coloré uniformément. Alors se produisent une série de phénomènes qui indiquent le début de la sporulation : la Grégarine se contracte à l'intérieur du kyste, comme un œuf après fécondation, bien qu'il soit impossible de reconnaître un phénomène de ce genre, le noyau se place à la périphérie et le nucléole de plastine se fragmente en une série de petites boules inégales; aux dépens de la chromatine proprement dite se constitue le noyau germinal qui commence à se diviser. On voit ensuite l'ancien noyau s'étaler en une calotte colorable qui se résorbe peu à peu, tandis que les petits noyaux prenant uniquement le bleu se placent à la périphérie et s'y multiplient par un processus presque direct. On distingue, lors de l'étirement, cinq ou six filaments chromatiques irréguliers à chaque bout, mais il est impossible de déceler des fuseaux, des centrioles ni même des plaques équatoriales régulières.

La périphérie de la Grégarine, qui s'est alors excavée en calotte et, fréquemment, lobée, se trouve finalement couverte de très petits noyaux égaux et contigus; une zone plus claire apparaît entre eux et le protoplasma central, puis des stries radiaires dans celle-ci, et les sporoblastes se détachent sous forme de petits corpuscules ovoïdes portant à un bout le noyau, toujours colorable en bleu par le Mann, à l'autre bout, un point érythrophile d'origine protoplasmique. Le résidu central non nucléé de la Grégarine se fragmente et disparaît. Alors le sporoblaste s'entoure d'une membrane, tandis que se produit une division obliquement dirigée du noyau, analogue à celles décrites plus haut, qui est suivie de la division du protoplasma. On arrive ainsi à la spore à deux sporozoïtes placés tête bêche bien décrite par Henneguy, qui finit par être mise en liberté dans le cœlome par rupture du kyste et parvient au dehors avec les produits génitaux de l'Annélide. Il est infiniment probable qu'elle éclot directement dans le tube digestif d'une autre Ophélie, pour reproduire les formes dont nous sommes partis.

Comme on le voit, la formation apogamique des sporoblastes chez *Rhytidocystis* a lieu par un processus peu différent de celui qui produit les gamètes dont l'union leur donne naissance chez les Grégarines ordinaires; en l'absence d'une fécondation croisée rendue impossible par l'enkystement solitaire, on aurait pu s'attendre à trouver une fusion autogamique desdits sporoblastes deux par deux; mais je n'ai pu en trouver jusqu'à présent aucun indice. D'ailleurs ce processus est aussi bien comparable, sauf qu'il aboutit à une spore à enveloppe différenciée et petit nombre de sporozoïtes évidemment homologue à une spore gamogonique, à la schizogonie, telle qu'elle existe chez les *Aggregata* ou les *Porospora*.

GÉOLOGIE. — *Le Mésozoïque de la gorge de l'Araxe, près de Djoulfa.* Note de M. **Pierre Bonnet**, présentée par M. H. Douvillé.

A la suite d'un premier voyage en 1909, j'ai signalé dans une Note (¹) les faits nouveaux que j'avais observés dans la gorge de l'Araxe près de Djoulfa. J'ai visité de nouveau, en 1911, toute la gorge et ses abords avec plus de détail, et j'ai pu découvrir une série mésozoïque faisant suite à la coupe que j'ai résumée dans la Note précitée.

En ce qui concerne cette dernière coupe, je ferai deux observations complémentaires : 1° les *Otoceras* que j'avais signalés comme paraissant compris dans un niveau spécial, supérieur aux couches à *Productus* permiens, sont indubitablement mélangés à ces Brachiopodes; 2° je signalerai la présence de formes appartenant au genre *Gastrioceras* dans les couches triasiques inférieures à Ammonoïdés.

En suivant vers l'amont les couches à *Pseudomonotis*, que j'ai assimilées aux *Hedenstrœmia-beds* (²) on les voit près du poste Darachamski surmontées en continuité et concordance par une série de calcaires marneux, atteignant environ 200^{m} d'épaisseur, et présentant des plaquettes couvertes de moules internes de petits Lamellibranches et Gastéropodes : ce sont ces plaquettes qui surmontent également le Trias inférieur dans le Daralagöz, et dont j'ai déjà fait remarquer l'analogie frappante avec celles du Muschelkalk de la Lorraine, de l'Allemagne méridionale et de la basse Provence. La position stratigraphique de ces calcaires sur le Werfénien supérieur permet son attribution au Trias moyen.

La série se continue par une masse puissante de calcaires noirs compacts et de dolomies caverneuses sans fossiles, atteignant jusqu'à 700^{m} environ. Cette masse, en continuité et concordance avec le Trias moyen, est suivie du Bajocien inférieur : il paraît plausible de la considérer comme représentant le Trias supérieur, et probablement aussi le Rhétien, en raison de sa situation stratigraphique. On peut remarquer également son analogie de faciès avec le type dolomitique du Trias supérieur alpin. Je n'ai trouvé aucun indice de l'existence du Lias.

(¹) *Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique aux environs de Djoulfa* (*Comptes rendus*, 14 mars 1910).

(²) *Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique dans le massif de Kazan-Iaïla* (*Comptes rendus*, 6 mars 1911).

Ces calcaires et dolomies constituent la crête dominant l'Araxe entre le poste Darachamski et le poste Negramski, et c'est en arrière de cette crête, au Nord-Est, dans une sorte de cirque allongé, que se trouve mise à nu la suite de la coupe, disposée en bandes de même orientation Nord-Ouest-Sud-Est.

Le Mésojurassique offre le même plongement que les couches triasiques, mais il en est séparé par une masse de roche basique d'une centaine de mètres d'épaisseur moyenne, interstratifiée entre les formations de ces deux époques. Il présente la succession concordante suivante :

1. Une série de calcaires gréseux, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, débutant par 2^m-3^m de grès grossiers et renfermant *Sonninia Sowerbyi* Mill., avec des Lamellibranches (*Pecten*, *Pholadomya*, etc., fragments d'Huîtres).

2. 20^m-30^m de marnes grises, renfermant, parmi des Ammonites généralement très écrasées, des *Phylloceras* ferrugineux.

Suit une série de calcaires gris cendré, de 15^m-20^m d'épaisseur, à faune très riche et bien conservée; j'y ai distingué :

3. Un premier niveau caractérisé par *Oppelia subradiata* Sow., renfermant en outre : *Phylloceras viator* d'Orb., *Ph. Deslongchampsi* Bras., *Ph. mediterraneum* Neum., *Ph. disputabile* Zitt., *Ph. Velaini* Mun.-Ch., *Lytoceras pygmæum* d'Orb., *Strigoceras Truellei* d'Orb., *Lissoceras* cf. *oolíticum* d'Orb., *Cadomites linguiferus* d'Orb., *Stepheoceras Humphriesianum* Sow., *Parkinsonia Parkinsoni* Sow., *P. ferruginea* Opp., *P. Schlœnbachi* Schlippe, *Perisphinctes Martiusi* d'Orb., *Morphoceras* cf. *dimorphum* d'Orb. C'est un affleurement de ce niveau que j'avais vu rapidement en 1909 et dont j'avais signalé quelques formes.

4. Un second niveau à *Oppelia fusca* Quenst., avec *Lytoceras tripartitum* Rasp., *L. adeloïdes* Kud., *Lissoceras psilodiscus* Schlœn., *Cadomites rectelobatus* Hau., *Parkinsonia neuffensis* Opp., et quelques-uns des types du niveau précédent.

5. Un troisième niveau renfermant en abondance *Oppelia aspidoïdes* Opp., avec quelques *Phylloceras*, *Parkinsonia* et *Perisphinctes* des deux niveaux précédents.

6. Des marnes grises semblables à celles du n° 2 recouvrent ces calcaires. J'y ai trouvé : *Phylloceras flabellatum* Neum., *Sphæroceras bullatum* d'Orb., *Sph. microstoma* d'Orb.; ces deux derniers indiquent peut-être la base du Callovien.

Les marnes n° 2, malgré l'absence de types caractéristiques, représentent évidemment, par leur position, le Bajocien moyen; la série bajocienne-

bathonienne est donc complète, et offre de remarquables analogies avec le Mésojurassique des Basses-Alpes.

Les marnes supérieures sont recouvertes en discordance par un conglomérat rouge de 15^m à 20^m d'épaisseur, avec plongement également Nord-Est, mais à pendage plus faible.

Puis nouvelle interruption par une masse de roche basique analogue à la précédente, mais beaucoup plus puissante (300^m à 400^m).

Vient ensuite une série crétacée présentant le même plongement que le conglomérat rouge précité qui doit en être la base. Elle débute par des couches à faciès de Gosau, de 50^m de puissance, comprenant :

1. Calcaires marneux blancs avec petites *Glauconia* et *Natica;*

2. Banc calcaire pétri de Nérinées et de Radiolites, parmi lesquels *Radiolites* cf. *Sauvagesi* Toucas [1];

3. Conglomérat (7^m à 8^m d'épaisseur);

4. Couches à faune très riche, présentant notamment : *Glauconia Giebeli* Zk., *Glauconia* nov. sp., *Turritella Fittoni* Münst., *Ampullina bulbiformis* Stol., *non* Sow., *Cytherea polymorpha* Zitt., *Cucullæa chimiensis* Gümb., *Plicatula aspera* Sow., *Nautilus* sp., associés à des Huîtres.

Étant donné l'âge coniacien de *Radiolites* cf. *Sauvagesi*, cet ensemble représente le Sénonien inférieur, peut-être avec la partie supérieure du Turonien à la base.

Les couches qui surmontent cette série en concordance sont, par contre, très pauvres en restes organiques : ce sont des calcaires clairs où je n'ai pu trouver que des débris d'Inocérames et un fragment d'*Anisoceras;* leur faciès est d'ailleurs identique à celui du Sénonien supérieur du Daralagöz.

Ce Sénonien est surmonté immédiatement en discordance angulaire par le Nummulitique moyen, débutant par un puissant conglomérat qui borde le sommet de la paroi du cirque.

M. C. Ven. Polychronakis adresse une Note intitulée : *Les dangers de la foudre en opposition marquée avec l'opinion de MM. Kœmtz et Arago.*

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

G. D.

(1) Déterminé par M. H. Douvillé.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910 ; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141,** se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.................................... 30 fr.
Départements............................ 40 fr.
Union postale........................... 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1 à 31** (1835-1850). In-4 (28-23);1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32 à 61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62 à 91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92 à 121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MEMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4 ; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.................................... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4 ; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément.................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881.......................... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16) ; 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet*. — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard*. — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c
— IIe Partie : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches ; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches ; 1882.... 12 fr. 50 c
— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885................. 25 fr.
— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches ; 1882.......................... 12 fr. 50 c

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.................................... 2 fr. 50 c

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23) avec 12 planches; 1888.............................. 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches ; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 20 Mai 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

COMMISSIONS.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 22 (28 Mai 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 28 MAI 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *S. Schwendener* pour occuper la place d'Associé étranger, vacante par le décès de *Lord Lister*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. **Alfred Picard** présente le *Rapport* adressé au Président de la République, sur les opérations de la *Caisse des recherches scientifiques* pendant l'année 1911.

Cette Caisse a été créée par la loi du 14 juillet 1901, sur l'initiative de M. le sénateur Audiffred. La gestion en est confiée à un Conseil d'administration qu'assiste une Commission technique. Parmi les membres du Conseil et de la Commission, quatorze appartiennent à l'Académie des Sciences.

Jusqu'ici les ressources normales de la Caisse ont consisté en une modeste subvention de l'État et en une allocation sur les fonds du Pari mutuel, celle-ci étant exclusivement affectée à des recherches biologiques.

Au cours de 1911 la Caisse a distribué une somme de 236900 francs, répartie entre 103 savants et se décomposant ainsi :

	fr.
1° Recherches biologiques (75 savants)	126600
2° Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout et des eaux résiduaires industrielles (6 savants)	64700
3° Recherches scientifiques autres que les recherches biologiques (22 savants)	45600
Total	236900

Ce chiffre n'a pu être atteint qu'au moyen d'un prélèvement sur la réserve.

Au nombre des travaux dont les dépenses ont été couvertes à l'aide des subsides de la Caisse, figurent les suivants, dus à quatre membres de l'Académie : recherches de M. Moureu, sur la détermination du krypton et du xénon dans les sources thermales; recherches de M. Müntz, sur les engrais organiques et sur l'épuration des eaux résiduaires de distillerie; recherches de M. Deslandres, sur les particules solides ou liquides de l'atmosphère solaire; études de M. Lacroix, sur la composition chimique des enclaves homœogènes des roches volcaniques.

La dotation de la Caisse est insuffisante, surtout pour les recherches autres que celles qui touchent à la Biologie. La situation à cet égard va être améliorée par un legs généreux de M. Loutreuil.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation du phénylcyclohexane et du dicyclohexyle ; hydrogénation directe du diphényle.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **M. Murat.**

En appliquant au *diphényle* $C^6H^5.C^6H^5$ la méthode générale d'hydrogénation directe sur le nickel que l'un de nous a instituée avec M. Senderens, M. Eykman a obtenu seulement le *phénylcyclohexane* $C^6H^{11}.C^6H^5$, l'hydrogénation n'ayant été réalisée que sur l'un des deux noyaux [1].

La singularité de ce résultat, étant donnée la symétrie de la molécule du diphényle, nous a engagés à reprendre l'étude de cette réaction, d'autant plus que M. Ipatief a fait connaître que la transformation du diphényle en *dicyclohexyle* peut être atteinte au moyen de son procédé d'hydrogénation sur l'oxyde de nickel par l'hydrogène comprimé au-dessus de 100 atmosphères [2].

Afin d'avoir en notre possession tous les éléments utiles à l'identification des produits qui pouvaient être obtenus, nous avons, tout d'abord, préparé directement le phénylcyclohexane et le dicyclohexyle.

Phénylcyclohexane. — M. Kursanow l'a isolé par action du benzène sur le chlorure de cyclohexyle en présence de chlorure d'aluminium anhydre [3].

---

(1) Eykman, *Chem. Weekblad*, t. I, 1908, p. 7.

(2) Ipatief, *J. Soc. phys.-chim. russe*, t. XXXIX, 1907, p. 693.

(3) Kursanow, *Ann. Chem. Pharm.*, t. 318, 1901, p. 309.

Pour le préparer, nous sommes partis du *phénylcyclohexanol*-1.1, que fournit facilement avec un rendement presque théorique la cyclohexanone opposée au bromure de phénylmagnésium, comme l'un de nous l'a indiqué antérieurement avec M. Mailhe (1).

Cet alcool est très facilement déshydraté et transformé en *phénylcyclohexène*-1.1, bouillant à 241°-243° (corr.).

Ce dernier carbure, hydrogéné sur un nickel peu actif maintenu vers 220°, se change, avec un bon rendement, en *phénylcyclohexane*, accompagné d'un peu de diphényle, qu'on peut assez facilement éliminer par rectification.

Le phénylcyclohexane ainsi préparé est un liquide incolore, d'odeur agréable, qui bout à 239° (corr.) et se solidifie dans la glace. Sa densité à 16° est 0,955.

L'indice de réfraction, par rapport à la raie D, est à 16°, $n_D = 1,589$. On en déduit pour le pouvoir réfringent moléculaire $P_D = 52,3$ (calculé 52,0).

Il est violemment attaqué par le mélange sulfonitrique, avec formation de produits nitrés solides.

Ces résultats s'écartent très peu des propriétés qu'avait indiquées M. Kursanow.

Dicyclohexyle. — Il avait également été isolé par M. Kursanow, qui l'a obtenu en chauffant avec du sodium l'iodure de cyclohexyle.

Pour le préparer, nous nous sommes adressés au *cyclohexylcyclohexanol*-1.1, $C^6H^{11}.C^6H^{10}.OH$, que l'un de nous avait obtenu avec M. Mailhe par action de la cyclohexanone sur le chlorure de cyclohexylmagnésium (2).

Cet alcool tertiaire, ainsi formé avec un rendement médiocre, est facilement déshydraté par chauffe avec du chlorure de zinc anhydre, et totalement transformé en *cyclohexyl-cyclohexène*, liquide incolore qui bout à 241° (corr.).

Par hydrogénation sur du nickel peu actif au voisinage de 220°, le cyclohexylcyclohexène se transforme totalement en *dicyclohexyle* $C^6H^{11}.C^6H^{11}$, liquide incolore, d'odeur agréable, qui bout à 234° (corr.). M. Kursanow avait indiqué 234°-236° (3).

Le dicyclohexyle *est très peu attaqué à froid* par le mélange sulfo-

(1) P. SABATIER et MAILHE, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, t. X, 1907, p. 546.

(2) *Ibid.*, p. 547.

(3) KURSANOW, *J. Soc. phys.-chim. russe*, t. XXXIV, 1902, p. 221.

nitrique. Le traitement par ce dernier réactif pourra donc permettre de l'isoler, s'il est mélangé avec du diphényle ou du phénylcyclohexane, ces deux derniers carbures étant violemment attaqués et dissous à la température ordinaire.

Hydrogénation du diphényle. — Quand on dirige sur une colonne de nickel récemment réduit à température peu élevée, et maintenu vers 180°, les vapeurs du diphényle entraînées par un excès d'hydrogène, on recueille un liquide incolore, bouillant au voisinage de 240°, que le mélange sulfonitrique attaque fortement à froid et finit par dissoudre complètement. On peut en conclure qu'il ne s'y trouve pas de proportion notable de dicyclohexyle. La densité voisine de 1 indique que c'est du phénylcyclohexane contenant un peu de diphényle non transformé. C'est le produit qui avait été obtenu par M. Eykman, et c'est sans doute aussi un produit peu différent que M. Ipatief avait préparé par hydrogénation à haute pression d'hydrogène (il bouillait à 240°-241°).

Le liquide précédent a été soumis à une nouvelle hydrogénation sur le nickel à 160° avec un grand excès d'hydrogène : il fournit dans ces conditions un nouveau liquide d'odeur peu différente, d'aspect moins dispersif, qui, agité avec un excès de mélange sulfonitrique, ne donne lieu qu'à une attaque tout à fait minime. C'est du *dicyclohexyle*. Pour lui enlever les petites quantités de produits nitrés qu'a introduits l'action du mélange sulfonitrique, on l'additionne, après lavage, d'un peu d'alcool, et l'on traite par du sodium métallique; puis on lave avec de l'eau acidulée pour dissoudre l'amine formée, et l'on sépare l'alcool par distillation.

Le carbure séché et rectifié bout à 233° (corr.). Il se solidifie dans la glace en belles aiguilles brillantes qui fondent un peu au-dessus de 4°. C'est du *dicyclohexyle* pur.

Sa densité est à 19°, $d = 0,873$.

L'indice de réfraction par rapport à la raie D est $n_D = 1,477$. On en déduit comme pouvoir réfringent moléculaire $P_D = 53,3$ (calculé 53,1).

On voit donc que, conformément à nos prévisions, une hydrogénation sur le nickel, convenablement dirigée, permet de réaliser facilement la transformation du diphényle en dicyclohexyle.

CORRESPONDANCE.

M. S. Schwendener, élu Associé étranger, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. *Eduard Strasburger*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Botanique, professeur de Botanique à l'Université de Bonn, survenu le 19 mai 1912.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome VII, premier fascicule, du *Bulletin du* Comité international permanent *pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel.*

2° *Bref och skrifvelser af och till* Carl von Linné, t. VI, 1re partie.

3° *Traité des variations de la colonne vertébrale de l'homme*, par M. A.-F. Le Double. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

4° *Les Velus*, par MM. A.-F. Le Double et François Houssay. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations photométriques et colorimétriques de la Nova des Gémeaux faites à l'Observatoire de Lyon.* Note de M. Ch. Gallissot.

L'étoile nouvelle de la constellation des Gémeaux, découverte le 13 mars 1912 par M. Enebo, a été observée à l'Observatoire de Lyon en utilisant le photomètre hétérochrome de M. Nordmann, adapté à la lunette (ouverture $0^m,32$) du sidérostat. Les comparaisons d'éclat de la Nova avec des étoiles fixes, en particulier θ Gémeaux, choisies dans son voisinage, sont faites sous trois écrans colorés I (rouge), II (vert) et III (bleu), respectivement transparents pour un tiers environ du spectre; l'écran II transmettant les radiations comprises entre les longueurs d'onde $0^\mu,59$ et $0^\mu,49$, les écrans I et III les radiations extrêmes.

Le Tableau ci-après résume les résultats de l'observation.

Je désigne par r, v et b les intensités dans le spectre de la Nova de l'ensemble des radiations que laissent passer chaque écran; R, V, B les intensités correspondantes dans le spectre de θ Gémeaux, R_0, V_0, B_0 dans le spectre solaire.

Les trois premières colonnes donnent les valeurs des logarithmes des rapports $\frac{R}{r}$, $\frac{V}{v}$, $\frac{B}{b}$ déduits de l'ensemble des observations rapportées à l'étoile θ Gémeaux. La valeur en général croissante de ces nombres traduit une diminution dans l'éclat de la Nova, mais cette diminution a subi des fluctuations qui n'ont pas affecté de la même façon les diverses radiations. Les variations d'éclat, d'une soirée à l'autre, pour chacune des trois régions du spectre, sélectée par les écrans, présentent en effet des différences supérieures aux erreurs d'observation (erreur moyenne d'une détermination : 0,014). Il en résulte que la séparation de l'énergie lumineuse dans le spectre de la Nova a varié considérablement; ces variations apparaissent nettement dans la colonne *luminosité*, dans laquelle les observations sont rapportées à la lumière solaire, les intensités de l'ensemble des radiations III dans les deux spectres Soleil et Nova étant ramenées à être égales. L'observation du 28 mars accuse déjà un affaiblissement relatif dans l'intensité des radiations moyennes (II), c'est-à-dire jaunes et vertes, affaiblissement qui s'accentue dans la suite. Ces modifications dans la répartition de l'énergie lumineuse ont été assez grandes pour provoquer des changements très sensibles de coloration.

La mesure de la coloration déduite de celle des éclats sous les écrans colorés est à l'abri des erreurs subjectives d'une détermination faite par simple inspection visuelle. La colonne coloration exprime les résultats de l'observation, interprétés en introduisant les composantes lumineuses $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$, de Maxwell (voir MASCART, *Optique*, t. I, p. 200), et en considérant les couleurs obtenues comme un mélange de blanc W, lumière solaire, et de deux des trois composantes $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$

$$(W = 3,973\,\mathfrak{P} + 6,520\,\mathfrak{Q} + 6,460\,\mathfrak{R}).$$

On trouve ainsi que la couleur, en général orangée ou rouge orangé, s'est déplacée légèrement vers le pourpre les 30 mars et 12 avril et très nettement les 2 et 3 mai.

	$\log \frac{R}{r}$.	$\log \frac{V}{v}$.	$\log \frac{B}{b}$.	Luminosité.	Coloration. $W+\alpha\mathfrak{P}+\beta\mathfrak{Q}+\gamma\mathfrak{R}$. α.	β.	γ.
Mars 14.........	−0,05	−0,02	+0,22	$1,07\,R_0+1,14\,V_0+B_0$	1,12	1,70	»
» 28.........	+0,59	+0,90	+0,80	1,00 +0,99	0,78	1,00	»
» 29.........	+0,57	+1,00	+0,92	1,17 +0,80	1,20	0,27	»
» 30.........	+0,64	+0,91	+0,83	0,97 +0,77	0,56	»	0,09
Avril 2.........	+0,77	+1,13	+1,06	1,09 +0,80	0,95	0,19	»
» 4.........	+0,66	+1,08	+1,07	1,24 +0,86	1,49	0,65	»
» 12.........	+0,80	+1,21	+1,06	1,06 +0,74	0,88	»	0,14
» 22.........	+1,05	+1,51	+1,42	1,17 +0,78	1,18	0,21	»
» 25.........	+1,08	+1,34	+1,35	1,07 +0,88	0,93	0,56	»
Mai 1.........	+1,07	+1,29	+1,26	0,97 +0,84	0,58	0,25	»
» 2.........	+1,16	+1,55	+1,35	0,98 +0,70	0,77	»	0,46
» 3.........	+1,12	+1,60	+1,63	1,00 +0,64	1,01	»	0,75

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Variations d'éclat et de couleur de la nouvelle étoile des Gémeaux constatées à l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **M. Luizet.**

Les observations de la Nova des Gémeaux, que j'ai faites depuis le 14 mars, montrent que son éclat n'a pas diminué d'une façon régulière. Jusqu'au 30 mars cette étoile a, en effet, présenté de grandes fluctuations lumineuses; entre autres deux diminutions rapides d'éclat, l'une de 1,7 grandeur entre le 14 et le 16 mars, l'autre de 1,3 grandeur entre le 25 et le 27, et chacune d'elles a été suivie d'une hausse d'une demi-grandeur environ.

Depuis le 30 mars, les oscillations lumineuses se sont beaucoup atténuées; et, dans cette intervalle de près de 2 mois, des maxima peu marqués, qui se sont produits vers les 19 avril, 1er, 12 et 22 mai, ont seuls interrompu la régularité de la diminution d'éclat.

Le Tableau ci-après contient les éclats de la Nova obtenus en adoptant pour les étoiles de comparaison les grandeurs qui leur sont données dans le Catalogue photométrique de l'Observatoire de Potsdam. Les observations ont toutes été faites par la méthode d'Argelander, celles du 14 et du 15 mars à l'œil nu, les autres à l'aide d'une jumelle.

1912.	T. m. G.		1912.	T. m. G.	
	h m	m		h m	m
Mars 14......	8.30	3,80	Avril 13......	9.00	6,60
	11.20	3,75	14......	10.10	6,60
15......	10.00	4,00	16......	8.30	6,80
16......	7.50	5,15	17......	8.30	6,75
	9.35	5,50	18......	8.45	6,75
19......	9.50	5,50	19......	9.15	6,45
20......	8.40	5,45	20......	8.50	7,00
25......	9.10	5,00	22......	9.20	7,20
26......	8.50	5,85	25......	8.20	7,25
27......	8.00	6,35	Mai 1......	9.00	7,05
28......	8.30	6,10	2......	8.10	7,30
29......	8.50	5,90	3......	9.30	7,40
30......	9.20	5,70	6......	10.00	7,50
Avril 2......	8.25	5,90	8......	9.30	7,55
3......	9.00	5,95	10......	8.50	7,70
4......	9.50	6,25	12......	9.00	7,50
5......	7.40	6,20	14......	8.55	7,60
7......	8.45	6,35	17......	9.10	7,75
9......	8.50	6,40	18......	9.20	7,75
11......	9.10	6,65	22......	9.00	7,55
12......	9.25	6,50			

La couleur de la Nova des Gémeaux a également présenté des variations. Ainsi, le 14 mars, elle était jaune orangé et, vue à l'équatorial coudé, elle avait l'aspect le plus habituel des étoiles variables à longue période. A partir du 25, elle est devenue de plus en plus rouge, et depuis le 29 mars sa couleur peut être comparée à celle de la flamme d'une torche, sauf cependant du 3 au 5 et les 19 et 20 avril où elle s'est momentanément rapprochée du jaune.

En résumé la Nova des Gémeaux se comporte comme la Nova de Persée, avec cependant cette différence que ses changements d'éclat et de couleur sont moins réguliers que ceux de l'étoile nouvelle de 1901.

ASTRONOMIE. — *Enregistrement cinématographique de l'éclipse du 17 avril, et forme un peu allongée du contour lunaire*. Note (¹) de M. **Costa Lobo**, présentée par M. Deslandres.

L'éclipse du 17 avril a mis nettement en relief les petites divergences

(¹) Présentée dans la séance du 20 mai 1912.

des nombres qui ont été adoptés par les divers bureaux de calcul pour la prévision du phénomène.

Ces divergences, quoique très petites, entraînaient le doute au sujet de la nature même de l'éclipse, qui pouvait être annulaire ou totale; si, pour quelques-uns, la phase pourrait aller jusqu'à 6 secondes, pour d'autres elle était réduite presque à zéro, $0^s,6$ d'après le *Nautical Almanach*.

J'ai donc pensé que, dans ce cas, l'observation cinématographique du phénomène était parfaitement indiquée, surtout dans la région où les causes des divergences citées pouvaient avoir la plus grande influence.

Dans ces conditions favorables se trouvait la zone d'Ovar, sur la côte du Portugal, où, selon tous les calculs, l'éclipse avait les plus grandes chances d'être totale, ne fût-ce qu'un instant.

J'ai établi neuf stations d'observation dans une direction sensiblement normale à la ligne de centralité, et j'ai installé l'appareil cinématographique dans un point à 40°50′20″ de latitude nord, et 8°35′54″ de longitude ouest de Greenwich, exactement sur la ligne centrale que j'ai calculée et publiée dans la *Revista da Universidade de Coimbra*. Je me suis servi d'un héliostat et d'un objectif de $0^m,07$ d'ouverture avec $1^m,14$ de distance focale, qui ont fourni les images fixées par le cinématographe.

Le mouvement de cet appareil dans la phase centrale a été réglé de façon à donner à peu près 560 images à la minute, l'intervalle de deux images consécutives étant ainsi de $0^s,11$.

Nous nous occupons ici seulement des images (au nombre de 158) qui ont montré les grains de Baily, et qui occupent dans le temps un intervalle de 14 secondes.

Après la 45e image, les grains de Baily se montrent seulement sur deux régions diamétralement opposées du Soleil, et c'est entre ces régions que se meut la Lune; cette disposition des grains restant la même pour 40 images successives, ou pendant un intervalle de temps de 4,4 secondes. (Voir la figure ci-après qui reproduit sept de ces images successives.)

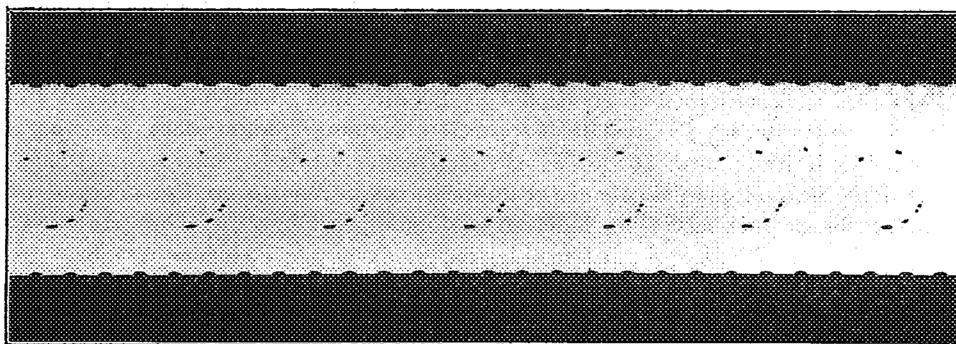
D'après ces images donc, l'éclipse a été sensiblement centrale dans le lieu de l'observation. De plus, elle a été totale dans le sens du mouvement de la Lune, et seulement annulaire (ou perlée) dans une direction perpendiculaire si l'on convient de considérer la surface de la Lune comme réduite au niveau inférieur de la base de ses montagnes.

En fait la Lune a occulté le Soleil dans le sens de son mouvement pendant à peu près 4 secondes. Comme d'autre part la vitesse de la Lune dans son orbite par rapport à la Terre est environ de 1^{km} par seconde, on voit, en tenant compte du mouvement du Soleil et de la rotation de la Terre, que la Lune, d'un bord à l'autre du Soleil, s'est déplacée de 4^{km} à peu près.

On est conduit à admettre un faible aplatissement de la Lune dans le sens de son axe de rotation ; ce qui explique en partie les divergences entre les nombres proposés pour le diamètre de la Lune, et aussi pour la position de son centre, et en même temps les doutes qui se sont élevés, après l'éclipse, sur l'appréciation de sa phase centrale, en des points rapprochés de celui où j'ai observé moi-même.

On peut d'ailleurs obtenir des limites supérieure et inférieure de cet aplatissement par les considérations suivantes :

Avec la Terre, la surface adoptée est la surface de la mer; on peut, par



analogie, adopter pour la Lune la surface de niveau qui correspond au point le plus bas de la base de ses montagnes. Nous avons d'abord apprécié le diamètre de la Lune dans le sens de son mouvement, en prenant pour référence le diamètre apparent du Soleil ; et nous avons conclu ci-dessus à une valeur du diamètre lunaire plus grande de 4^{km}, mais sans prendre en considération les montagnes lunaires, puisque nous avons noté surtout l'intervalle de temps pendant lequel les grains de Baily ont manqué dans le sens du mouvement.

Si l'on prend toujours pour référence le diamètre solaire, on peut conclure aussitôt que, dans le sens perpendiculaire à son mouvement, le diamètre de la Lune doit être inférieur au plus de la plus grande hauteur de ses montagnes. On aurait alors pour la différence entre les deux diamètres lunaires au plus 20^{km}, les plus hautes montagnes atteignant à peu près 8^{km} ; et la limite supérieure de l'aplatissement qui en résulte serait très voisine de l'aplatissement terrestre. Cependant il faut réduire cette limite en rappelant que les montagnes de la Lune sont moins élevées de ces deux côtés, surtout dans la partie ouest ; et l'on doit supposer que les montagnes dépassaient le disque solaire, au moment de l'apparition des grains de

Baily, à peu près de la même quantité des deux côtés de la direction du mouvement. Ces remarques nous conduisent à admettre pour la différence des diamètres au plus 12^{km} et, par suite, la valeur voisine de $\frac{1}{600}$ pour la limite supérieure de l'aplatissement.

D'autre part, la limite inférieure résulte en toute confiance de la différence de 4^{km} donnée par l'observation cinématographique; elle est en conséquence égale à $\frac{1}{1800}$.

ASTRONOMIE. — *Étoile variable nouvelle.* Note de M. G. **Demetresco**, présentée par M. P. Puiseux.

Au cours d'une recherche de statistique sur les clichés de la Carte photographique du Ciel j'ai trouvé sur un cliché, fait par M. P. Henry en 1900, une étoile dont les trois images sont inégales. La plus faible de ces images est celle qui a été posée la première, la plus intense est celle qui a été posée la dernière.

J'ai refait sept autres clichés sur la même région du Ciel et j'ai pu constater que cette étoile est variable.

Sur la feuille héliogravée : Zone $+ 24^\circ$, n° 113 de la Carte photographique du Ciel, cette étoile a pour coordonnées rectangulaires

$$X = +24,153, \qquad Y = +53,374.$$

Ses coordonnées équatoriales pour 1900,0 sont

$$\alpha = 14^h 57^m 46^s, \qquad \delta = +24^\circ 53' 14''.$$

Au minimum de son éclat l'étoile paraît inférieure à la 14e grandeur, au maximum elle paraît supérieure à la 13e grandeur.

Le mauvais temps m'ayant empêché de faire une série suivie d'observations, je ne puis donner aucune indication sur la durée de la période.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces à courbure constante.* Note de M. **Rouyer.**

X, Y, Z désiguant les coordonnées cartésiennes d'un point, nous adopterons les coordonnées

$$y = Y, \qquad x = X + iZ, \qquad z = X - iZ.$$

Considérons deux surfaces S et S′ et cherchons s'il est possible d'établir entre elles une correspondance point par point, telle que les deux fonctions z et z' et leurs dérivées partielles satisfassent aux quatre équations

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} xx' = y + y', \qquad 2x + q' = 0, \qquad 2x' + q = 0, \\ \left(p - \frac{q^2}{4}\right)\left(p' - \frac{q'^2}{4}\right) = 1. \end{array}\right.$$

De ces équations on tire

$$(2)\qquad dz' = \left(x^2 + \frac{4}{4p - q^2}\right) dx' - 2x\, dy'.$$

En intégrant par parties

$$\int x^2\, dx' - 2x\, dy' = x^2 x' - 2xy' - 2\int (xx' - y')\, dx,$$

en tenant compte des équations (1), cette expression s'écrit

$$q\frac{x^2}{2} + 2xy - 2\int y\, dx$$

et par suite

$$z' = q\frac{x^2}{2} + 2xy - 2\int \frac{dq}{4p - q^2} + y\, dx.$$

La condition d'intégrabilité est

$$\frac{4(s^2 - rt)}{(4p - q^2)^2} = 1.$$

Cette équation exprime que la surface S a sa courbure totale constante et égale à l'unité; il en est de même de S′.

Les équations (1) et (2) définissent donc une transformation des surfaces à courbure constante.

On peut effectuer sur xyz une transformation linéaire qui n'altère pas la forme $y^2 + zx$; la transformation la plus générale est une combinaison des suivantes :

$$\text{I.}\ \left\{\begin{array}{l} x = x_1 + 2hy_1 - h^2 z_1, \\ y = y_1 - hz_1, \\ z = z_1, \end{array}\right. \qquad \text{II.}\ \left\{\begin{array}{l} x = x_1, \\ y = y_1 + kx_1, \\ z = z_1 - 2ky_1 - k^2 x_1, \end{array}\right. \qquad \text{III.}\ \left\{\begin{array}{l} x = mx_1, \\ y = y_1, \\ z = \frac{z_1}{m}, \end{array}\right.$$

h, k et m désignant des paramètres variables, auxquels on peut adjoindre la transformation

$$x = x_1, \qquad y = -y_1, \qquad z = z_1;$$

cette dernière est une symétrie qui change simplement les signes de $x'y'z'$.

Il est facile de constater que les transformations II et III ne conduisent pas à des surfaces différentes de S'.

Il suffit donc de considérer la transformation I dont les équations peuvent aussi s'écrire

$$x_1 = x - 2hy - h^2 z, \qquad y_1 = y + hz, \qquad z_1 = z;$$

p et q se transforment par les formules

$$p_1 = \frac{p}{1 + qh + ph^2}, \qquad q_1 = \frac{q + 2hp}{1 + qh + ph^2}.$$

Si l'on porte ces nouvelles valeurs dans les équations (1) et (2), on obtient une infinité de surfaces différentes de S' et dépendant d'un paramètre arbitraire h.

Les coordonnées d'un point d'une de ces surfaces sont définies par les équations suivantes :

$$x'_1 = -\frac{q_1}{2} = -\frac{1}{2}\,\frac{q + 2hp}{1 + qh + ph^2},$$

$$y'_1 = x_1 x'_1 - y_1 = -\frac{qx + 2y + 2h(px + z) + h^2(qz - 2py)}{2(1 + qh + ph^2)}.$$

Pour obtenir z'_1 il faudra calculer l'intégrale

$$d\xi_1 = \int \frac{dq_1}{4p_1 - q_1^2} + y_1\,dx_1.$$

on a

$$\frac{dq_1}{4p_1 - q_1^2} = \frac{dq + 2h\,dp + h^2(q\,dp - p\,dq)}{4p - q^2},$$

$$y_1\,dx_1 = y\,dx - hx\,dz + h^2 y\,dz - d\left[h(y^2 - zx) + 2h^2 yz + \frac{h^3}{2}z^2\right];$$

en laissant de côté les termes immédiatement intégrables, il reste la différentielle

$$\frac{dq}{4p - q^2} + y\,dx + h\left(\frac{2\,dp}{4p - q^2} - x\,dz\right) + h^2\left(\frac{q\,dp - p\,dq}{4p - q^2} + y\,dz\right),$$

qui est nécessairement une différentielle exacte, quel que soit h. On n'aura donc à calculer que les trois quadratures

$$\xi = \int \frac{dq}{4p - q^2} + y\,dx, \qquad \eta = \int \frac{2\,dp}{4p - q^2} - x\,dz, \qquad \zeta = \int \frac{q\,dp - p\,dq}{4p - q^2} + y\,dz.$$

En calculant z'_1, on obtient une fonction rationnelle de h dont le numérateur est du quatrième degré ; le dénominateur est $1 + qh + ph^2$.

Si l'on veut poursuivre l'application de la transformation aux nouvelles surfaces, on n'aura plus à effectuer pour chacune d'elles qu'une seule quadrature.

On peut toujours supposer, par un choix convenable des coordonnées x, y, z, que la surface S' est définie par les équations (1) et (2). Considérons alors pour la surface S' les fonctions ξ', η', ζ', analogues à ξ, η, ζ.

En vertu de la réciprocité des surfaces S et S', on aura

$$z = q'\frac{x'^2}{2} + 2x'y' - 2\xi'.$$

Considérons maintenant

$$d\eta' = \frac{2\,dp'}{4p' - q'^2} - x'\,dz'.$$

En y remplaçant dz' par sa valeur (2) et $p'q'x'$ par les valeurs tirées des équations (1), on trouve facilement

$$d\eta' = -d\eta + d\left(\frac{q^2x^2}{8}\right),$$

$$\eta + \eta' = \frac{x^2x'^2}{2},$$

ξ' et η' sont déterminés sans quadratures; la seule quadrature nouvelle est donc

$$\zeta' = \int \frac{q'\,dp' - p'\,dq'}{4p' - q'^2} + y'\,dz'.$$

Chaque quadrature introduit un paramètre arbitraire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations fonctionnelles.* Note de M. **Patrick Browne**, présentée par M. Émile Picard.

1. L'équation

$$f(x) = x^\alpha \psi(x) + \lambda h(x) f(\mu x), \tag{1}$$

où 1° $\psi(0) \neq 0$, $h(0) = c$, et $\psi(x)$, $h(x)$ ont des développements asymptotiques suivant les puissances entières de x, et 2° $|\mu| < 1$, admet la solution

$$f(x) = \frac{x^\alpha \mathrm{U}(x, \alpha, \lambda)}{(1 - \lambda c\mu^\alpha)(1 - \lambda c\mu^{1+\alpha})\ldots(1 - \lambda c\mu^{n+\alpha})\ldots}, \tag{a}$$

U étant une fonction entière de λ.

De là, nous déduisons que l'équation homogène

$$f(x) = \lambda h(x) f(\mu x)$$

a les solutions

$$f(x) = x^{\beta} U(x, \beta, \lambda),$$

où

$$1 - \lambda c \mu^{\beta} = 0,$$

c'est-à-dire

$$\beta = \frac{2ni\pi - \log(\lambda c)}{\log \mu},$$

n étant un entier quelconque ou zéro.

La solution (a) n'est plus valable quand

$$1 - \lambda c \mu^{n+\alpha} = 0.$$

Dans ces cas singuliers l'équation (1) a une solution logarithmique

$$f(x) = x^{\alpha}[u_n(x) + v_n(x) \log x],$$

la fonction $x^{\alpha} v_n(x)$ étant une solution de l'équation homogène.

2. A l'aide de ces solutions, nous pouvons résoudre l'équation intégrale

$$(2) \qquad f(x) + h(x) f(\mu x) = x^{\alpha} \psi(x) + \lambda \int_{\mu}^{1} K(x, t) f(tx)\, dt,$$

où la nouvelle fonction K (x, t) a un développement asymptotique suivant les puissances entières de x et t.

Nous obtenons

$$(b) \qquad f(x) = \frac{x^{\alpha} F(x, \alpha, \lambda)}{(1 - \lambda c_0) e^{\lambda c_0} (1 - \lambda c_1) e^{\lambda c_1} \ldots (1 - \lambda c_n) e^{\lambda c_n} \ldots},$$

en posant

$$c_n = \frac{\int_{\mu}^{1} t^{n+\alpha} K(0, t)\, dt}{1 + c \mu^{n+\alpha}} \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots).$$

L'équation homogène

$$f(x) + h(x) f(\mu x) = \lambda \int_{a}^{b} K(x, t) f(tx)\, dt$$

a les solutions

$$f(x) = x^{\beta} F(x, \beta, \lambda),$$

les β étant les racines de l'équation

$$1 + c \mu^{\beta} - \lambda \int_{\mu}^{1} t^{\beta} K(0, t)\, dt = 0.$$

La solution (b) n'est plus valable quand

$$\lambda = \frac{1}{c^n} \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots).$$

Dans ces cas singuliers, l'équation (2) a une solution logarithmique

$$f(x) = x^\alpha [U_n(x) + V_n(x) \log x],$$

l'expression $x^\alpha V_n(x)$ étant une solution de l'équation homogène.

La solution (b) est aussi en défaut quand

$$1 + c\mu^{r+\alpha} = 0 \qquad (r = 0, 1, 2, \ldots).$$

Alors l'équation

$$f(x) + h(x) f(\mu x) = 0$$

admet une solution

$$f(x) = x^{r+\alpha} \Phi(x),$$

et l'équation (2) a la solution

$$f(x) = \frac{k x^{r+\alpha} \Phi(x)}{\lambda} + \frac{x^\alpha G(x, \alpha, \lambda)}{P(\alpha, \lambda)},$$

où : 1° $G(x, \alpha, \lambda)$ est une série entière des puissances de λ;

2° $P(\alpha,\lambda) = (1 - \lambda c_0) e^{\lambda c_0} (1 - \lambda c_1) e^{\lambda c_1} \ldots (1 - \lambda c_{r-1}) e^{\lambda c_{r-1}} (1 - \lambda c_{r+1}) e^{\lambda c_{r+1}} \ldots (1 - \lambda c_n) e^{\lambda c_n} \ldots$;

3° k est une constante déterminée.

On déduit comme auparavant les solutions logarithmiques dans les cas singuliers. La valeur

$$\lambda = \frac{1}{c_r}$$

n'est plus une valeur singulière.

Mais il y a encore exception quand nous avons en même temps

$$1 + c\mu^{r+\alpha} = 0$$

et

$$\int_\mu^1 t^{r+\alpha} K(0, t)\, dt = 0.$$

Alors la solution sera logarithmique quelle que soit la valeur de λ.

3. On peut appliquer les résultats ci-dessus à l'équation

$$\int_a^b N(x, t) f(t, x)\, dt = x^\alpha g(x),$$

que nous pouvons appeler, en suivant une indication de M. Volterra, *problème généralisé d'Abel*. Nous réservons cette application.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction de Green relative au cylindre de révolution.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Picard.

La méthode que j'ai indiquée dans ma Note du 8 janvier et dans un Mémoire publié dans les *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, pour la détermination de la fonction Green dans le plan, peut s'étendre au cas de l'espace. En vertu d'un raisonnement analogue à celui que j'ai indiqué dans le cas du plan, il est très vraisemblable que les équations obtenues par cette méthode déterminent parfaitement la fonction de Green, s'il en est ainsi pour une surface particulière, et c'est le cylindre de révolution qui conduit aux résultats les plus simples. Il semble même que cette méthode constitue le procédé le plus direct pour obtenir la fonction de Green relative à cette surface.

En désignant par g_B^A la fonction cherchée, nous poserons

$$-\frac{1}{4\pi}\frac{d^2 g_B^A}{dn_A\, dn_B} = \Psi_B^A = \Psi(\theta, z),$$

A et B étant deux points de la surface, θ la longueur d'un des arcs de parallèle compris entre les génératrices de ces points, et z la distance des parallèles de ces deux points. Nous supposerons le rayon du cylindre considéré pris pour unité. Remplaçons-le par un cylindre de même axe et de rayon différent, et égalons les expressions de la variation de Ψ_B^A déduites, l'une de la propriété d'homogénéité de cette fonction, l'autre de l'équation aux dérivées fonctionnelles qu'elle vérifie. Les dérivées normales de Ψ_B^A, qui figurent dans ces expressions, s'éliminent si l'on tient compte de ce que la fonction de Green est harmonique et s'annule sur la surface, et l'on trouve

$$(1) \qquad \Psi(\theta, z) + z\frac{\partial \Psi(\theta, z)}{\partial z} = \int_0^{2\pi} d\alpha \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi(\alpha, u)\,\Psi(\theta-\alpha, z-u)\,du.$$

Si l'on cherchait à représenter $\Psi(\theta, z)$ par une intégrale de la forme

$$(2) \qquad \Psi(\theta, z) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} F(\theta, t)\cos zt\, dt,$$

et $F(\theta, t)$ par une série de Fourier de la forme

$$(3) \qquad F(\theta, t) = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2}h_0(t) + \sum_1^{\infty} h_n(t)\cos n\theta\right],$$

et si l'on effectuait les calculs sans précaution, on trouverait que $h_n(t)$ vérifie l'équation

$$t\,h'_n(t) + h_n^2(t) = 0. \tag{4}$$

En réalité, $\Psi(\theta, z)$ devient infinie pour $\theta = z = 0$, et l'intégrale (1) n'a pas de sens. Cette fonction peut bien être représentée par une intégrale de la forme (2), mais $F(\theta, t)$ ne peut pas l'être par une série de la forme (3). On évite ces difficultés en supposant le point A intérieur au cylindre, à une distance r de l'axe, et en faisant tendre r vers 1. Au lieu de $h_n(t)$, on introduit alors des fonctions bien déterminées $h_n(t, r)$, et $h_n(t)$ peut être défini comme limite de $h_n(t, r)$ pour $r = 1$. Mais dans ces conditions l'équation (4) n'est pas exacte, et l'on a l'équation de Riccati

$$t\,h'_n(t) + h_n^2(t) = n^2 + t^2. \tag{5}$$

Il est facile de voir que $h_n(t)$ est l'intégrale de cette équation prenant la valeur n pour $t = 0$.

Les fonctions $h_n(t)$ étant obtenues, la formule (3), où figure une série divergente, peut être remplacée par la formule

$$F(\theta, t) + \frac{1}{4\pi \sin^2 \frac{\theta}{2}} = \frac{1}{\pi}\left\{\frac{1}{2} h_0(t) + \sum_1^\infty [h_n(t) - n] \cos n\theta\right\},$$

qui définit $F(\theta, t)$. On a alors par la formule (2) l'expression de Ψ_B^A sur la surface, et par la formule de Green celle de $\frac{dg_B^A}{dn_A}$ quand B est intérieur au cylindre. La connaissance de cette fonction résout le problème de Dirichlet.

L'emploi de la formule de Green donne lieu à une difficulté, à cause de la singularité de la fonction cherchée quand B est voisin de A. On l'évite, ainsi que celle qui provient de l'emploi de séries divergentes, en intervertissant l'ordre des opérations qui permettent d'obtenir la fonction de Green quand on connaît les fonctions $h_n(t)$. On applique à ces fonctions une formule transformée de la formule de Green, 2 fois ou 1 suivant qu'on veut obtenir la fonction de Green ou sa dérivée normale. On obtient ensuite la fonction cherchée par des formules identiques aux formules (2) et (3).

J'ai cherché aussi si la fonction Ψ_B^A peut être déterminée en utilisant sa propriété d'homogénéité et l'équation aux dérivées fonctionnelles qu'elle vérifie, sans tenir compte de ce que la fonction de Green est harmonique. On trouve dans ce cas deux équations intégrales en Ψ, dont les transformées

en F sont

$$
(6)\quad \begin{cases} \left(F - \dfrac{t}{2}\dfrac{dF}{dt}\right)\cos\dfrac{\theta}{2} + \dfrac{dF}{d\theta}\sin\dfrac{\theta}{2} + \displaystyle\int_0^{2\pi} F(\alpha, t)\,F(\theta-\alpha, t)\sin\dfrac{\alpha}{2}\sin\dfrac{\theta-\alpha}{2}\,d\alpha = 0, \\ \dfrac{d^2 F}{d\theta\,dt} - t\sin\theta\,F + \displaystyle\int_0^{2\pi} F(\alpha, t)\,\dfrac{dF(\theta-\alpha, t)}{dt}\sin\alpha\,d\alpha = 0, \end{cases}
$$

F désignant $F(\theta, t)$. Si l'on cherche à représenter F par une série de Taylor

$$F(\theta, t) = f_0(\theta) + t^2 f_1(\theta) + \ldots + t^{2p} f_p(\theta)\ldots,$$

on trouve que $f_0(\theta)$ ne peut pas être défini par les équations (6); il faut utiliser l'équation (1). Les équations (6) définissent ensuite $f_1(\theta)$, puis $f_2(\theta)$ à une constante près; elles définissent ensuite parfaitement les autres fonctions $f_p(\theta)$, si l'on a utilisé une seconde fois l'équation (1) pour compléter la détermination de $f_2(\theta)$. Toutes les fonctions $f_p(\theta)$ s'expriment à l'aide des fonctions élémentaires et des intégrales successives de la fonction $\log\sin^2\frac{\theta}{2}$.

Une méthode analogue s'applique à la détermination de la fonction de Green d'ordre 2. La recherche de cette fonction se ramène à une équation différentielle d'ordre 3 qui joue le même rôle que l'équation (5) dans ce qui précède.

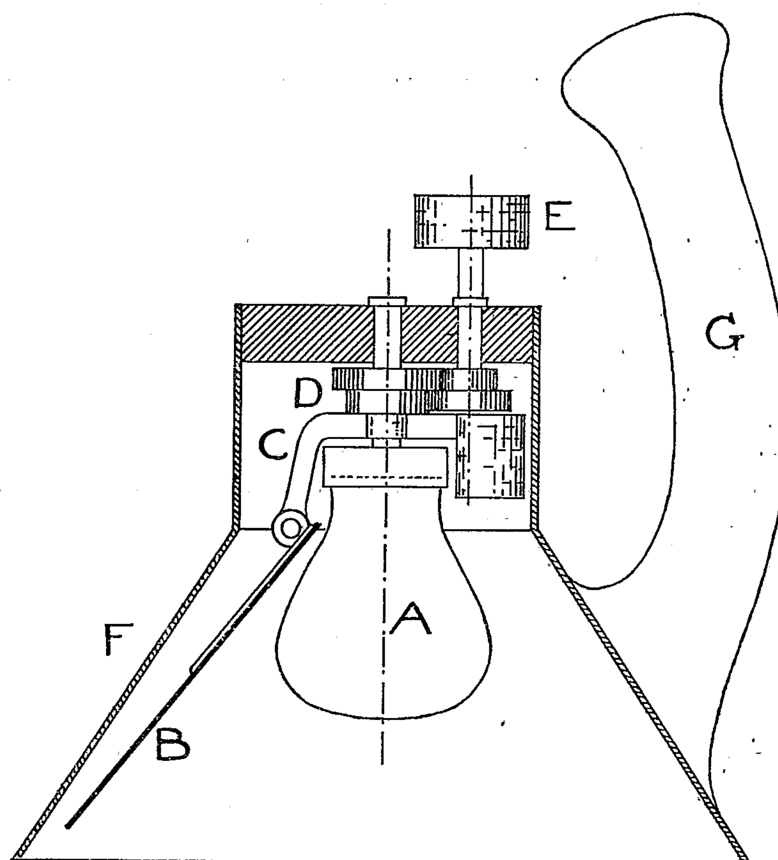
AÉRONAUTIQUE. — *Au sujet d'un appareil, dit* Tourne-Sol, *destiné à faciliter l'observation du terrain en aéroplane.* Note de M. **Duchêne**, présentée par M. L. Lecornu.

Il peut, à certains moments, devenir nécessaire pour les aviateurs d'examiner avec soin pendant un temps assez long le terrain au-dessus duquel ils volent et de le comparer à une Carte, soit qu'il s'agisse d'identifier ce terrain, par exemple après l'avoir momentanément perdu de vue en raison de l'existence de brumes, soit qu'il y ait lieu de repérer exactement la position d'un point du sol par rapport aux accidents caractéristiques qui en sont voisins.

Mais la principale difficulté d'une semblable observation réside dans la vitesse même du vol et elle ne fera que croître au fur et à mesure que les aéroplanes deviendront plus rapides.

Aussi a-t-on, à diverses reprises, émis cette opinion que, pour bien permettre l'observation, un avion devrait pouvoir stopper.

Or, il est un moyen de réaliser pratiquement le maintien de l'aéroplane au-dessus d'une région déterminée du terrain, c'est de lui faire effectuer de larges virages autour de cette région.



A, petit miroir argenté extérieurement sur ses deux faces; B, grand miroir; C, bras à contrepoids portant le grand miroir; D, train d'engrenages permettant de faire tourner par l'action de la molette E, le grand miroir deux fois plus vite que le petit; E, molette; F, protecteur; G, poignée.
NOTA. — Si l'observateur est placé comme la personne qui regarde la figure, il faut supposer que le petit miroir, A, est incliné à 45° sur le plan de cette dernière figure.

Mais une telle manière de faire présente, en ce qui concerne l'observation, l'inconvénient que le terrain paraît lui-même tourner dans le sens inverse de celui des virages opérés. Cet effet est extrêmement gênant et les pilotes de ballons libres savent quelle difficulté introduit dans l'observation du sol et sa comparaison avec une Carte la moindre rotation de la nacelle.

L'appareil dit *Tourne-Sol* a précisément pour objet de permettre

d'imprimer à une image du terrain reflétée dans deux miroirs une rotation en sens inverse de celle qu'il paraît avoir du fait du virage de l'aéroplane.

De cette façon, le sol se présente toujours sous le même aspect à l'œil de l'observateur qui peut alors, à loisir, le comparer à la Carte.

Le Tourne-Sol se compose essentiellement de deux miroirs, A et B, mobiles autour d'un même axe, lequel peut, à l'aide d'un viseur latéral, être dirigé vers la région à observer.

L'image du terrain est d'abord reçue par le grand miroir B, disposé de façon à rester tangent à un cône de révolution dont l'axe est celui de l'appareil et dont le demi-angle au sommet présente une valeur légèrement inférieure à 45°.

Ce miroir renvoie l'image au petit miroir A, dont le plan contient l'axe de l'appareil. Le miroir A, à son tour, la renvoie à l'œil de l'observateur.

Si le grand miroir B conserve, lorsque l'aéroplane effectue ses virages, une orientation sensiblement fixe dans l'espace, ce qu'on obtient en le faisant tourner à l'aide de la molette E, le rayon visuel de l'observateur prend, par rapport à cette orientation fixe, une rotation relative égale à celle de l'aéroplane.

Il suffit donc, pour que le rayon venant du grand miroir B, et réfléchi par le petit miroir A, se confonde en direction avec ce rayon visuel, c'est-à-dire passe toujours par l'œil de l'observateur, que ledit miroir A tourne d'un angle égal à la moitié de celui dont ont tourné l'aéroplane dans un sens et le miroir B dans l'autre.

C'est le principe du sextant.

En disposant donc dans la commande des miroirs un train d'engrenages de démultiplication 2, on obtient ce résultat que la rotation imprimée au grand miroir à l'effet de lui conserver une orientation fixe dans l'espace donne au petit miroir une direction telle que l'image du terrain soit toujours renvoyée à l'œil de l'observateur.

Pour une certaine position de l'appareil, il faut regarder sous une incidence rasante dans une, puis dans l'autre face du petit miroir. C'est en vue d'éviter la confusion des images aux environs de ce point mort que le petit miroir a été argenté extérieurement.

Un apprentissage de quelques instants suffit, d'ailleurs, pour éviter ledit point mort, qu'on peut franchir rapidement par une légère rotation de la molette.

La forme d'appareil ci-dessus décrite peut n'être pas définitive. Nous avons voulu, surtout, poser le problème et en indiquer une solution.

SPECTROSCOPIE. — *Contribution à l'étude du phénomène de Zeeman dans les spectres de l'hydrogène et de l'azote.* Note de M. F. **Croze**, présentée par M. Lippmann.

Si l'on fait abstraction des gaz rares étudiés par Lohmann, l'étude quantitative du phénomène de Zeeman dans les spectres des gaz n'a fait l'objet que de très peu de travaux. C'est ainsi que, malgré l'intérêt que présente la mesure de l'effet Zeeman pour les raies appartenant à une même série spectrale, il n'a pas été fait de mesures des séparations magnétiques des raies de la série de l'hydrogène, la plus anciennement connue.

Ayant eu à ma disposition un grand électro-aimant de Weiss, et un réseau concave de Rowland de $3^m,10$ de rayon, j'ai pu étudier dans de bonnes conditions expérimentales le phénomène de Zeeman sur un certain nombre de raies de l'hydrogène et de l'azote.

Le tube à gaz était disposé suivant l'arc de l'électro-aimant. De cette façon la décharge n'était pas modifiée par le champ magnétique. Au moyen d'un système de lentilles et d'un rhomboèdre de spath, une double image de la partie du tube comprise dans l'entrefer était projetée sur la fente du collimateur, de sorte que sur la plaque photographique on obtenait deux spectres superposés dont l'un correspondait aux vibrations parallèles aux lignes de force du champ magnétique, l'autre aux vibrations perpendiculaires. Le réseau étant particulièrement lumineux dans le troisième ordre, ce sont toujours les spectres de cet ordre qui ont été utilisés.

La mesure du champ a été faite par comparaison avec les mesures de MM. A. Cotton et P. Weiss sur les raies bleues du zinc. Une étincelle de self-induction entre électrodes de zinc était placée dans le champ de façon que son image soit projetée sur la fente du collimateur de la même façon que l'image du tube de Geissler. Il était alors facile, en mesurant le doublet magnétique de la raie 4680, de calculer la valeur du champ.

Pour chacune des trois premières raies de l'hydrogène, les vibrations parallèles au champ donnent une seule composante située à la place de la raie primitive, tandis que les vibrations perpendiculaires donnent un doublet symétrique, sur chacun desquels j'ai pu faire les mesures dont les résultats sont donnés dans le Tableau suivant :

	λ.	$\Delta\lambda$.	H.	$\frac{\Delta\lambda}{H\lambda^2}$.
H_α..........	6563,08	0,98	23760	$0,95.10^{-4}$
H_β..........	4861,57	0,53	23760	0,96
H_γ..........	4340,53	0,42	24230	0,93

L'examen de ce Tableau montre que la série de l'hydrogène, qui est une

première série secondaire, donne pour chacune de ces raies un triplet pur d'écart normal. Ce fait, qui ne se rencontre pas d'ordinaire dans les premières séries secondaires des métaux, se retrouve cependant dans les raies de l'hélium étudiées par Lohmann et dont plusieurs appartiennent justement à des premières séries secondaires. En même temps que la règle de Preston et Runge reçoit une nouvelle vérification, la parenté établie pour les chimistes entre les éléments hélium et hydrogène se trouve confirmée.

L'existence de régularités ne se retrouve pas seulement dans les spectres dont les raies sont distribuées en séries. M. Cotton a montré que, même avec les raies non encore sériées, la valeur $\frac{\Delta\lambda}{H\lambda^2} = 1,41.10^{-4}$ qui correspond à une fois et demie l'écart normal est une valeur privilégiée. J'ai été à même de vérifier ce fait sur un certain nombre de raies de l'azote.

Les raies que j'ai étudiées dans un champ magnétique de 24090 gauss forment un groupe très caractéristique dans le bleu. Elles donnent une seule composante pour les vibrations parallèles au champ et un doublet symétrique pour les vibrations perpendiculaires. J'ai pu mesurer ces doublets et les résultats de ces mesures se trouvent réunis dans le Tableau suivant :

λ.	$\Delta\lambda$.	$\frac{\Delta\lambda}{H\lambda^2}$.
4601,54	0,75	$1,46.10^{-4}$
4607,16	0,72	1,41
4613,88	0,71	1,39
4621,46	0,72	1,41
4630,58	0,72	1,40
4643,35	0,73	1,40
4803,53	0,68	1,12

La dernière mesure est douteuse à cause du peu d'intensité des composantes. Pour les autres raies, sauf pour 4601,54, on retrouve bien la valeur privilégiée ci-dessus indiquée.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel au contact du verre et d'un électrolyte.* Note de M. L. **Riéty**, présentée par M. Lippmann.

Les mesures de la force électromotrice produite par l'écoulement d'un liquide dans un tube capillaire peuvent, d'après Helmholtz, servir à calculer la différence de potentiel au contact de la paroi du tube et du liquide. En appelant :

E la différence de potentiel entre les deux extrémités du tube dans lequel s'écoule le liquide, comptée positivement lorsque le potentiel est plus élevé à la sortie,

P la différence de pression,

n la viscosité du liquide,

χ sa conductibilité spécifique,

la différence de potentiel au contact ε est donnée par la relation

$$\varepsilon = 4\pi n \chi \frac{E}{P},$$

ε et E sont exprimés en unités du système électrostatique, ε est positif lorsque le liquide a un potentiel plus élevé que le verre.

Helmholtz [1] s'est servi des résultats d'expériences de G. Wiedemann sur l'osmose électrique à travers une plaque d'argile poreuse et a calculé la valeur de ε pour des solutions aqueuses de différents seuls. Wiedemann n'a étudié que des solutions très étendues; la plus concentrée des solutions de sulfate de cuivre, employées par lui, contenait seulement $\frac{1}{2000}$ de molécule-gramme par litre. Helmholtz trouve pour cette dernière 2,5 volts comme valeur de ε. Pour les solutions plus étendues, ε est plus grand. Pour l'eau pure, les nombres déduits des expériences de Quincke avec des tubes capillaires en verre ont donné à Helmholtz $\varepsilon = 4,2$ volts.

Depuis on a fait de nombreuses mesures de force électromotrice de filtration. M. A. Grumbach [2], MM. Œttinger et Cameron [3] ont appliqué la formule d'Helmholtz à la recherche de la différence de potentiel au contact du verre et d'un liquide, mais leurs expériences, à cause des faibles pressions qu'ils ont employées pour produire l'écoulement, sont toutes relatives à des solutions très diluées.

Les expériences dont j'ai donné les résultats dans une Note précédente [4] m'ont permis, grâce à l'emploi de pressions très fortes, de mesurer la force électromotrice de filtration pour des solutions beaucoup plus concentrées, contenant jusqu'à une molécule-gramme par litre. Je me suis proposé de chercher quelles sont les valeurs que la théorie d'Helmholtz permet d'attribuer à la différence de potentiel au contact du verre et de l'électrolyte, et de voir comment varie cette dernière lorsqu'on change la concentration dans de larges limites. A cet effet, j'ai mesuré, pour ces solutions, la viscosité par la méthode de Poiseuille, et la conductibilité par le procédé de M. Lippmann. Ces déterminations ont été faites à une température très

(1) Helmholtz, *Wied. Ann.*, t. VII, 1879.

(2) A. Grumbach, *Thèse*, Paris, 1911.

(3) Œttinger et Cameron, *Philos. Mag.*, t. XVIII, 1909.

(4) L. Riéty, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1215.

voisine de celle à laquelle ont été mesurées les forces électromotrices de filtration. Voici, par exemple, les résultats obtenus pour une solution de sulfate de cuivre contenant une molécule-gramme par litre; la force électromotrice de filtration est de $21,6 . 10^{-8}$ unité électrostatique C. G. S. (0,000065 volt), pour une différence de pression de 981×10^3 dynes par centimètre carré (1^{kg} par centimètre carré); la viscosité 0,0197 C. G. S.; la conductibilité spécifique 346.10^8 C. G. S. électrostatiques. En appliquant la formule d'Helmholtz on trouve $\varepsilon = 0,0018$ C. G. S. électrostatiques (0,56 volt).

Afin de connaître l'influence de la concentration sur la différence de potentiel au contact du verre et de la solution de sulfate de cuivre, j'ai fait les mêmes expériences et les mêmes calculs, pour les différentes solutions pour lesquelles j'avais mesuré la force électromotrice de filtration. J'ai obtenu les résultats suivants :

Sulfate de cuivre.

Concentration en molécules-grammes par litre........	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{125}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{2}{2}$	1
$\varepsilon = 4\pi n\chi\frac{E}{P}$........	$0^{volt},51$	$0^{volt},21$	$0^{volt},149$	$0^{volt},12$	$0^{volt},150$	$0^{volt},156$	$0^{volt},159$	$0^{volt},38$	$0^{volt},56$

On voit que pour les solutions les moins concentrées la différence de potentiel ε décroît quand la concentration augmente, mais cette diminution ne continue pas lorsqu'on emploie des solutions de plus en plus concentrées; pour une solution contenant environ $\frac{1}{100}$ de molécule-gramme par litre, ε est minimum; il croît ensuite avec la concentration.

Les Tableaux suivants donnent les résultats relatifs à des expériences sur des solutions de sulfate de zinc et d'azotate de cuivre :

Sulfate de zinc.

Concentration en molécules-grammes par litre...........	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{5}$	1
$\varepsilon = 4\pi n\chi\frac{E}{P}$..........	$0^{volt},71$	$0^{volt},68$	$0^{volt},31$	$0^{volt},42$	$0^{volt},64$

Azotate de cuivre.

Concentration en molécules-grammes par litre........................	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{2}$	1
$\varepsilon = 4\pi n\chi\frac{E}{P}$....................	$-0^{volt},87$	$-0^{volt},28$	$-0^{volt},36$

Contrairement à ce qui arrive pour les sulfates de cuivre et de zinc, l'électrolyte, dans le cas de l'azotate de cuivre, est à un potentiel inférieur à celui du verre.

On voit que, pour les solutions de ces deux sels, il existe encore une concentration pour laquelle la valeur absolue de la différence de potentiel au contact du verre et de l'électrolyte est minimum.

PHYSIQUE — *Sur les piles à séléniures.*
Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. E. Bouty.

Certains métaux comme l'argent, le plomb, le cuivre, etc. donnent en s'unissant au sélénium des composés qui, à température suffisamment élevée, se dissolvent dans un excès de sélénium liquide. Or il arrive, lorsque la teneur du sélénium dépasse une certaine limite, que le liquide se sépare en deux couches superposées. La partie supérieure est du sélénium pur, la couche inférieure renferme généralement les deux éléments dans des proportions telles qu'on pourrait croire à l'existence d'un composé particulier.

Dans le cas de l'argent ce mélange renferme à peu près 1^{at} de chaque élément, dans le cas du plomb 1^{at} de métal pour 2^{at} de sélénium.

Pour nous rendre compte dans chaque cas de la constitution du mélange obtenu nous nous sommes proposé de déterminer la force électromotrice de dissolution des mixtes formés par le sélénium et les différents métaux.

Une pile est formée en plongeant, dans une solution saturante d'un sel du métal considéré : d'une part une tige de ce métal pur, d'autre part un barreau de l'alliage (sélénium et métal en proportion connue). Deux fils de platine soudés aux électrodes constituent les pôles de la pile. Il est facile de comparer la force électromotrice des éléments ainsi obtenus à celle d'un étalon Weston.

Dans toutes ces piles le pôle négatif est au métal pur.

La force électromotrice varie avec le temps, mais au bout de quelques jours elle atteint une valeur constante sur laquelle la température influe très peu.

Système argent-sélénium. — La force électromotrice est nulle pour tous les mélanges renfermant moins de 1^{at} de sélénium pour 1^{at} d'argent. En prenant une solution saturante d'azotate d'argent, on constate que pour le composé Ag^2Se la force électromotrice prend à 15° la valeur 0,203 volt; elle conserve cette valeur pour tous les mixtes plus riches en sélénium jusqu'au mélange Ag + Se.

Si la proportion de sélénium croît encore, le mélange liquide se sépare en deux couches et la couche inférieure solidifiée donne encore la même force électromotrice. D'après cela, il n'existe que le composé Ag^2Se, et, quand le liquide de composition $Ag + Se$ se solidifie, la moitié du sélénium qu'il renferme se sépare de ce composé.

Système plomb-sélénium. — Nous avons employé soit une solution saturante d'azotate de plomb, soit une solution saturante de chlorure. La force électromotrice varie comme dans le système précédemment étudié; elle prend la valeur 0,552 volt à 15° dès que la teneur en sélénium atteint puis dépasse 1^at pour 1^at de plomb. La limite est à peu près la même pour la force électromotrice avec l'azotate et avec le chlorure de plomb. Il n'existe encore que le seul séléniure Pb Se.

Les piles au séléniure de plomb sont remarquables par la facilité avec laquelle elles se polarisent, aussi est-il très difficile de mesurer leur force électromotrice par la méthode que nous avons suivie. Le faible courant qui les traverse durant la période des tâtonnements suffit pour modifier d'une manière sensible cette force électromotrice.

Système cuivre-sélénium. — En prenant comme électrolyte le sulfate de cuivre, nous avons pu constater que la force électromotrice croît régulièrement avec la teneur en sélénium à partir du composé Cu^2Se. On a obtenu en effet, à 15°, les nombres suivants :

Composition du mélange.	Force électromotrice.
	volt
2Cu + Se	0,101
3Cu + 2Se	0,142
Cu + Se	0,172
37 Cu + 63 Se	0,220

Les mélanges plus riches en cuivre que le composé Cu^2Se donnent une force électromotrice nulle.

Il n'y a donc que ce composé Cu^2Se qui soit nettement caractérisé, il forme avec un excès de sélénium des solutions solides dans lesquelles la proportion de ce métalloïde ne peut dépasser 63 pour 100 sans que du sélénium se sépare.

Si l'on construit la courbe qui donne la force électromotrice en fonction de la composition du mélange on observe qu'elle ne présente aucune discontinuité pour le composé CuSe qui s'obtient par l'action de l'hydrogène sélénié sur un sel de cuivre.

Système étain-sélénium. — Dans ce cas particulier nous avons employé une solution décinormale d'acide chlorhydrique, au lieu d'une solution de chlorure stanneux qui ne nous donnait pas de résultats constants.

Nous avons pu mettre en évidence les deux composés Sn Se et $SnSe^2$ auxquelles correspondent respectivement les forces électromotrices : 0,387 volt et 0,443 volt.

Pour tous les mélanges dont la composition reste comprise entre celles de ces deux composés la force électromotrice demeure constante et égale à 0,387 volt. Au contraire pour les mixtes plus riches en sélénium la force électromotrice croît régulièrement

avec la proportion de sélénium et pour le mélange $Sn + 5Se$ elle vaut 0,488 volt. Le sélénium forme donc des solutions solides avec le biséléniure d'étain.

Les résultats de l'étude des forces électromotrices de dissolution viennent donc confirmer et compléter les renseignements fournis par l'étude de la fusibilité des mêmes mélanges.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les oscillations des alternateurs accouplés.* Note de **M. A. Blondel**, présentée par M. P. Villard.

L'amplitude des oscillations des alternateurs accouplés, mus par des moteurs à couples variables, peut être calculée, comme je l'ai montré autrefois ([1]), en développant en série de Fourier les inégalités des couples moteurs.

En appelant p le nombre de paires de pôles d'un des alternateurs, ω sa vitesse de pulsation, K le moment d'inertie de la partie tournante rapportée à l'arbre de l'alternateur, τ la période du terme fondamental de l'irrégularité de la différence des couples moteurs, Ω la vitesse de pulsation correspondante, C le couple synchronisant, c'est-à-dire le moment par radian du couple électromagnétique auquel donne naissance un petit déplacement angulaire $d\alpha$ d'un des alternateurs accouplés par rapport au mouvement moyen de l'ensemble, θ l'amplitude du décalage de phase correspondant d'un alternateur ($\theta = p\,d\alpha$), h l'amplitude du terme de rang n dans la série de Fourier représentant l'irrégularité des couples, on a en valeur absolue ([2])

$$\theta = \frac{\Omega h}{\frac{\omega}{p}\left[C - (n\Omega)^2 K\right]} \qquad (1)$$

lorsqu'on suppose négligeable l'amortissement pour simplifier.

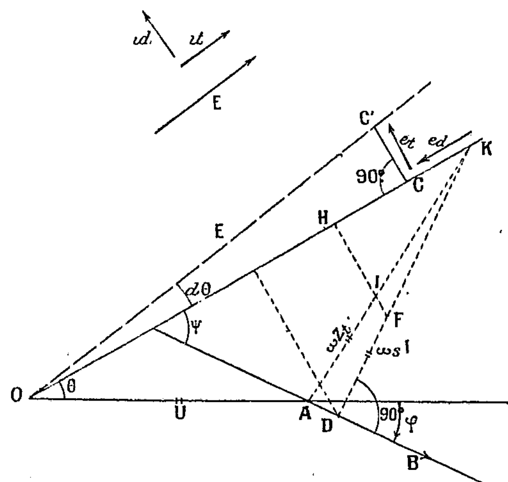
La même formule s'applique au cas d'un seul alternateur, générateur (ou moteur) accouplé sur un réseau générateur d'impédance négligeable, si l'on représente par h l'irrégularité de couple du moteur (ou récepteur) solidaire de l'alternateur. Je me propose de calculer C dans ces divers cas.

([1]) Cf. A. Blondel, *La Lumière électrique*, t. LVI, 1892, p. 863 et 312, etc., et *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 4 janvier 1893, p. 37.

([2]) $\Omega = \frac{\omega}{p}$ quand l'alternateur est couplé directement sur l'arbre de son moteur.

1° *Cas d'un alternateur générateur unique.* — Dans la théorie moderne des alternateurs ([1]), le régime d'un alternateur qui débite un courant I décalé de l'angle de phase ψ par rapport à la tension U aux bornes est représenté par le schéma de vecteurs de la figure 1 ci-dessous :

OA représente U ; AB représente I ; AD représente la chute de tension ohmique rI dans l'induit, DK la force électromotrice de réaction transversale d'induit $\omega L_t I$, que produirait le coefficient total de self-réaction transversale $L_t = l_t + s$; en joignant O à K on obtient la ligne de phase OK du vecteur de la force électromotrice totale induite dans l'alternateur ; par suite le décalage entre cette force électromotrice E et le courant ne dépend que de L_t et non de la self directe totale $L_d = l_d + s$. Soit



DF $= \omega s$I la chute de tension par fuite ; la perpendiculaire FH abaissée de F sur OK détermine en OH la force électromotrice qui serait nécessaire en l'absence des contre-ampères-tours de l'induit proportionnels à I sinψ ; on oppose à ces derniers, sur l'inducteur, des contre-ampères-tours égaux, augmentés de ceux qu'exige l'accroissement des fuites : soit L_d. I sinψ la force magnétomotrice ainsi ajoutée, on a

$$E = \overline{OK} + \omega \;(L_d \, L_t)\; I \sin\psi.$$

Par conséquent $E \lesseqgtr \overline{OK}$ suivant que $L_d \lesseqgtr L_t$; mais, pour ne pas compliquer la figure, on supposera sur celle-ci E représentée par OK.

Une oscillation infiniment petite $d\theta$, dans le sens de l'accélération, trans-

([1]) Cf. *Sur la théorie des alternateurs*, par M. A. Blondel : *Comptes rendus* t. 129, 1899, p. 586 ; *Industrie électrique*, novembre, décembre 1899, et *Congrès international des Électriciens*, Saint-Louis, 1904. J'appelle L_t un coefficient de self-induction transversale, s un coefficient de self-induction de fuites, l_d un coefficient de self-induction directe, dans les conditions de saturation et de fuites où se trouve l'alternateur (il ne s'agit ici que de variations élémentaires très petites de régime).

forme le vecteur de force électromotrice interne total en OC'; ce dernier peut se déduire de E par le calcul différentiel suivant : la variation du décalage modifie la composante réactive du courant $I \sin\psi$; il en résulte une modification de la grandeur de E :

$$e_d = (\omega L_t - \omega L_d)\, d(I \sin\psi) = \omega(l_t - l_d) I \cos\psi\, d\psi.$$

D'autre part la rotation $d\theta$ du vecteur OC ainsi obtenu équivaut à l'addition d'un second vecteur élémentaire perpendiculaire : $e_t = E^2\, d\theta =$ sensiblement $E\, d\theta$.

La résistance r étant négligeable à côté de ωL_t et de ωL_d dans les alternateurs existants, ces forces électromotrices supplémentaires créent dans l'induit deux courants supplémentaires décalés de $\frac{\pi}{2}$ en avance respectivement, savoir :

$$(2) \qquad i_t = (dI \sin\psi) \quad \text{(en phase avec E)}; \qquad i_d = \frac{E\, d\theta}{\omega L_t} \quad \text{(en quadrature)}.$$

La variation élémentaire de la puissance électrique est

$$(3) \qquad \left[dP = \overline{E i_t} + \overline{E i_d} - \overline{e_d I \cos\psi} - \overline{e_t I \sin\psi}\right],$$

ou algébriquement $\left(\text{en remarquant que } C = \frac{p}{\omega}\frac{dP}{d\theta} \text{ et que } \overline{E i_d} = 0\right)$,

$$(4) \qquad C = \frac{p}{\omega}\left[\frac{E^2}{\omega L_t} - I^2 \cos^2\psi\, \omega(l_t - l_d) - EI \sin\psi\right].$$

On en déduit par l'expression (1) l'amplitude des oscillations :

$$(1') \qquad \theta = \frac{p\Omega}{\omega}\,\frac{h}{C - (n\Omega)^2 K}.$$

La période d'oscillation propre de l'alternateur couplé sur le réseau peut aussi se calculer par l'expression générale

$$(5) \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{C}} = 2\pi\sqrt{\frac{\omega K}{p\left[\frac{E^2}{\omega L_t} - I^2 \cos^2\psi\, \omega(l_t - l_d) EI \sin\psi\right]}}.$$

2° *Cas de deux alternateurs identiques.* — A toute oscillation en avance $d\theta$ de l'un correspondra une oscillation en retard égale de l'autre; les courants élémentaires i_d et i_t des deux machines seront égaux et de signes contraires et se compenseront par rapport au circuit extérieur qui recevra le courant 2I; les formules précédentes restent applicables.

3° *Cas d'un moteur synchrone.* — Le même graphique et les mêmes formules s'appliquent en changeant le signe du courant I et notant que la puissance interne P devient motrice; alors h est l'inégalité du couple résistant.

ÉLECTROCHIMIE. — *Essai de détermination de quelques poids atomiques.* Note de M. **H. Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

J'ai essayé récemment de déterminer les poids atomiques de quelques métaux par la méthode électrolytique, en les comparant directement à l'argent pur.

J'ai préparé les solutions suivantes : A, solution uniéquivalente d'azotate d'argent purifié et neutre; B, solution uniéquivalente d'azotate de plomb pur et neutre; C, solution saturée de sulfate de cuivre pur et neutre; D, solution concentrée de sulfate de zinc purifié et neutre, de densité 1,4. Ces tubes étaient disposés en série, selon les groupements (A, B), (A, C), (A, D); sur un courant maintenu constant à $0^{amp},10$ (correspondant à une densité de courant de $0^{amp},02$ par centimètre carré d'électrode) et passant pendant 1 ou 2 heures, afin d'obtenir des dépôts appréciables sur catodes en platine; les anodes étaient en métaux purs. Avec des solutions aussi concentrées, il ne se produisait pas de dégagement gazeux aux électrodes.

Le cuivre et le zinc formaient des dépôts adhérents sur les catodes des tubes C, D; l'argent et le plomb se précipitaient à l'état cristallin autour des catodes A, B.

Si les poids déposés de métaux sont : p(Ag) et p'(Pb); p_1(Ag) et p''(Cu); p_2(Ag) et p'''(Zn), et si les équivalents chimiques des métaux sont : e(Ag), e'(Pb), e''(Cu) et e'''(Zn), la valence étant 1 pour Ag et 2 pour les trois autres métaux, la loi de Faraday permet d'écrire, les poids atomiques étant p'_a(Pb), p''_a(Cu), p'''_a(Zn),

$$p'_a = 2e' = 2e \times \frac{p'}{p};$$

$$p''_a = 2e'' = 2e \times \frac{p''}{p_1};$$

$$p'''_a = 2e''' = 2e \times \frac{p'''}{p_2}.$$

La difficulté de rassembler les cristaux fins et cassants d'argent m'a fait

prendre, à la place du poids d'argent précipité, le poids d'argent dissous en anode (poids identique); le plomb rassemblé en catode (en B) se rassemblant facilement, n'étant pas pulvérulent comme l'argent; ce plomb était lavé plusieurs fois à l'eau distillée chaude, et pesé : soit p'; les augmentations de poids des catodes (C), (D), donnaient les poids p''(Cu) et p'''(Zn). Les pesées étaient effectuées à une balance de précision à $0^{mg},5$.

Voici les résultats obtenus, chacun étant la moyenne de deux essais pour chaque série d'électrolyse :

Perte des poids de l'anode d'argent pur.	Dépôts catodiques en Pb.	en Cu.	en Zn.
$p_1 = 1^g,1020$..........	»	$p'' = 0^g,3240$	»
$p_2 = 0,4715$..........	»	»	$p''' = 0^g,1430$
$p = 1,1040$..........	$p' = 1^g,0585$	»	»

D'où nous obtenons en adoptant $e(\text{Ag}) = 107,88$:

$$(\text{Pb}) \qquad p'_a = 2 \times 107,88 \times \frac{1,0585}{1,1040} = 206,86,$$

$$(\text{Cu}) \qquad p''_a = 2 \times 107,88 \times \frac{0,3240}{1,1020} = 63,43,$$

$$(\text{Zn}) \qquad p'''_a = 2 \times 107,88 \times \frac{0,1430}{0,4715} = 65,44.$$

Dans la Table des p_a internationaux pour 1911, on trouve : Pb = 207,10; Cu = 63,57; Zn = 65,37.

Dans le système d'Hinrichs (Ag = 108), mes nombres deviendraient

Pb = 207,09, Cu = 63,50, Zn = 65,51.

Mes résultats concordent avec ceux qu'a obtenus M. Meaglia (Thèse de doctorat, Grenoble, 1907), et qui, pour Ag = 107,88, se ramènent à : Zn = 65,43; Pb = 206,80; il a opéré par la méthode chimique pure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la nécessité de reviser la loi d'action de masse et des équilibres homogènes.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Amagat.

Une science qui considérerait comme généraux les phénomènes exceptionnels, et dont les formules établies rationnellement ne s'appliqueraient

qu'à des cas particuliers semblerait bien singulière. Ce sont pourtant les caractères marquants de la physico-chimie actuelle.

Par exemple, au point de vue théorique, si l'on part d'un coefficient A, propre à chaque solvant et calculé par la formule tonométrique [1] $AM = 0{,}02 \frac{T^2}{L}$, on trouve que, dans les solvants les plus variés : acétone, sulfure de carbone, pyridine, aniline, acide sulfureux, sulfure de méthyle, etc., les sels minéraux conservent la forme moléculaire et conduisent néanmoins l'électricité aussi bien qu'en solution aqueuse. Dans l'éther, et parfois dans l'eau où les sels métalliques sont généralement iônisés, on rencontre des molécules salines condensées, d'autres normales, quelques-unes ionisées, qui toutes conduisent l'électricité. L'ionisation est donc exceptionnelle, et la conductibilité est générale, sans rapport avec le nombre des ions.

Néanmoins, et en dépit des expériences de M. Kahlenberg et des objections de Berthelot, rappelées à la page 154 de ce Tome, on pose en principe que la conductibilité est due à l'ionisation et qu'elle la mesure!

Passons aux formules.

La plus importante concerne la loi de l'action de masse et les équilibres homogènes. Revoyons-la.

M. Lemoine avait indiqué, dès 1871, une loi empirique satisfaisante concernant ses propres expériences et celles de Berthelot. Plus tard, en 1879, Guldberg et Waage adoptèrent la formule $\frac{p_1^{m_1} p_2^{m_2}}{q_1^{n_1} q_2^{n_2}} = k$ dans laquelle $p_1, p_2, q_1, q_2, \ldots$ sont les pressions partielles des molécules $X_1, X_2, \ldots, Y_1, Y_2$ qui réagissent suivant l'équation chimique $m_1 X_1 + m_2 X_2 + \ldots = n_1 Y_1 + n_2 Y_2 + \ldots$.

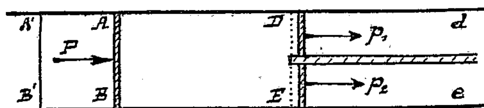
La formule des savants danois ayant été rattachée à l'égalité $\Sigma m \log p = K$, établie rationnellement par Van 't Hoff, fut dès lors considérée partout comme une conséquence de la thermodynamique. Afin, sans doute, de la rendre indépendante du raisonnement de Van 't Hoff, et sans s'arrêter aux variations de 20 pour 100 trouvées dans la dissociation du gaz iodhydrique et admises par Guldberg et Waage, M. H. Le Chatelier considéra cette formule comme un résultat des expériences de Deville, d'Isambert et de M. Lemoine (*Équil. Chim.*, *Ann. des Mines*, 1888, p. 109). Puis, après être arrivé *par des considérations purement expérimentales* au principe d'opposition de l'action et de la réaction que Van 't Hoff avait découvert de son côté (p. 219), M. Le Chatelier conclut (p. 225) que « l'expression $\Sigma m \log p = K$ est bien la loi de l'équilibre isotherme établie par l'expérience ».

---

(1) Cette formule n'est d'ailleurs ni rationnelle ni rigoureuse, même en remplaçant 2 par $\frac{847}{425}$. — M est le poids moléculaire de la substance dissoute, T et L la température absolue d'ébullition (ou de fusion pour la cryoscopie) et la chaleur latente du solvant.

Or je vais prouver que cette loi, démontrée par Van 't Hoff sur un exemple particulier, ne s'applique pas aux phénomènes de dissociation dont M. Le Chatelier l'a déduite (p. 109).

Dans le cas très simple de l'acide iodhydrique, il faut, pour se conformer au raisonnement de Van 't Hoff, envisager deux molécules HI enfermées dans un réservoir ABDE = V



sous une pression totale $P = q + p_1 + p_2$ (q pression partielle de HI, p_1 pression partielle de H, p_2 de I). Le réservoir, muni d'autant de corps de pompe Dd et Ee qu'il y a d'espèces chimiques, est fermé par des parois semi-perméables, dont l'une D laisse exclusivement passer l'hydrogène, l'autre E la vapeur d'iode, et derrière lesquelles sont des pistons p_1 et p_2. Mais aucune paroi AB n'est capable de séparer HI sous sa pression partielle q, attendu qu'à la température T, HI est dissocié de part et d'autre de AB. C'est la faute de raisonnement qu'en vain je signale depuis dix ans (*Cours de l'École Polytechnique. — Contribution à l'Histoire de la Chimie*). Pour la corriger, supposons que AB soit un piston plein sur lequel j'exerce à T une pression P égale à la pression intérieure, en même temps que je fais mouvoir les pistons sous leur pression correspondante p_1, p_2 dans le sens des flèches, pour expulser sans travail tout l'hydrogène.

Afin de reconstituer inversement les deux molécules HI dissociées sous le volume $V' = A'B'DE$ et sous la pression totale $P' = p'_1 + p'_2 + q'$, je devrai détendre à T° les gaz de p_1 à p'_1 et de p_2 à p'_2, puis substituer sur AB la pression P' à la pression P (p'_1, p'_2 étant les pressions partielles dans V'). En revenant au volume V par refoulement du piston de A'B' à AB (sans laisser jouer les membranes D et E), j'aurai parcouru un cycle isotherme réversible, et le travail extérieur sera nul. Or celui-ci se compose du travail de détente dans tous les corps de pompe, et il est de la forme $RT.\int^{p'} \frac{dp}{p}$ pour chaque molécule.

L'équation, $2\,HI = I^2 + H^2$ permet de répartir ce travail; elle montre en outre que les deux molécules HI, dissociées ou non, conservent invariablement le même volume à la même pression. On a donc

$$\log\frac{P'^2}{P^2} - \log\frac{p'_1}{p_1} - \log\frac{p'_2}{p_2} = 0,$$

ou bien

$$\frac{p_1 p_2}{P^2} = K,$$

et non

$$\frac{p_1 p_2}{q^2} = k.$$

Dans le cas du gaz pur $p_1 = p_2$, d'où $\frac{p_1}{P} = k$, mais aussi $\frac{p_1}{P - 2p_1}$ ou $\frac{p_1}{q} = k_1$, de sorte que le désaccord entre l'ancienne et la nouvelle formule ne porte que sur la valeur de la constante. Il n'en est plus de même quand on ajoute un excès de gaz H à la molécule HI, car alors p_1 diffère de p_2. Néanmoins notre formule $\frac{p_1 p_2}{P^2}$ s'applique encore sans changement, car l'excès d'hydrogène, après avoir modifié les pressions partielles, se retrouve dans le réservoir et dans le corps de pompe d sous le même volume partiel v et sous la même pression p_1 ; et alors le travail de détente que cet excédent subit en d pour passer de p_1 à p'_1 est égal et contraire au travail qu'il subit dans les réservoirs V et V' pour passer aussi de p_1 à p'_1.

Tout revient donc alors à considérer la masse 2 HI comme dissociée sous les pressions partielles et totales déterminées par cet excès d'hydrogène.

Vérification. — Les expériences de M. Lemoine permettent la comparaison des deux formules.

Ajoutons, à un volume U d'hydrogène, divers volumes successifs d'iode, on obtient :

	Iode.			
	U.	0,784 U.	0,527 U.	0,258 U.
Rapport de H libre à H total	0,253	0,350	0,547	0,774
D'où $\frac{p_1 p_2}{P^2} \times 100$	1,60	1,47	1,78	1,56
Pour $\frac{p_1 p_2}{q^2} \times 100$	2,85	2,72	4,95	12,00

On voit que la nouvelle formule seule est vérifiée par les nombres trouvés par M. Lemoine, avec l'ordre de grandeur que comportent les erreurs expérimentales, tandis que la formule admise actuellement donne pour la constante, des écarts inadmissibles de 2,72 à 12.

A fortiori, la formule $\Sigma m \log . p = K$ ne s'applique pas aux phénomènes de dissociation avec changement de volume, ni d'ailleurs la formule que je viens d'établir pour les dissociations à volume constant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Poids du litre normal d'air atmosphérique à Genève.* Note de MM. **Ph. A. Guye**, **G. Kovacs** et **E. Wourtzel.**

I. Toutes les déterminations de densités gazeuses, antérieures à 1893, sont entachées d'erreurs variables provenant du fait que la correction de contraction des ballons par le vide, signalée par Lord Rayleigh ([1]), n'a pas été appliquée. Les seules mesures de la densité de l'air que l'on puisse considérer aujourd'hui comme rigoureuses sont donc celles de M. Leduc, à Paris, et de Lord Rayleigh, à Londres ([2]); elles conduisent aux valeurs de $1^g,2927$ et $1^g,2928$ pour le poids du litre normal d'air sec et privé d'anhydride carbonique.

Il nous a dès lors paru utile de déterminer à nouveau cette constante : 30 déterminations ont été effectuées du 11 février au 28 avril 1910, avec l'air de Genève, sec et privé de gaz CO^2, filtré à travers la laine de verre et recueilli à l'altitude de notre laboratoire (400^m environ au-dessus du niveau de la mer); 18 de ces déterminations ont été faites avec la collaboration de M. Kovacs, au moyen de trois ballons de $872^{ml},35$, $580^{ml},96$ et $352^{ml},54$ ($352^{ml},59$ après changement d'un robinet), et 12 déterminations avec la collaboration de M. Wourtzel au moyen de trois ballons de $565^{ml},25$, $410^{ml},27$ et $385^{ml},01$.

2. La méthode suivie est celle des ballons, telle qu'elle est pratiquée depuis plusieurs années dans notre laboratoire, avec remplissage simultané de 2 ou 3 ballons maintenus à 0° et fermés sous la même pression. Toutes les corrections usuelles ont été faites : contraction des ballons par le vide, écart de compressibilité du gaz entre la pression de fermeture (voisine de 730^{mm}) et la pression normale de 760^{mm}, réduction au vide des poids marqués.

Par suite de modifications apportées au baromètre, peu de temps avant de procéder aux expériences, les indications de cet instrument ont été reconnues trop élevées; comme nous ne disposions pas à cette époque d'un baromètre normal, nous avons déterminé exactement dans les mêmes conditions le poids du litre d'oxygène, considéré comme gaz de référence; 9 mesures ont été faites avec la collaboration de M. Kovacs et ont donné comme valeur moyenne $L = 1,42822$; 6 avec celle de M. Wourtzel ont donné $L = 1,42815$. Les deux moyennes concordent donc à $\frac{1}{20000}$ près, soit à la limite de précision de ce genre d'expériences.

([1]) Rayleigh, *Proc. Roy. Soc.*, t. XLIII, 1888, p. 356.

([2]) Leduc, *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. XV, 1898. Rayleigh, *Proc. Roy. Soc.*, t. LVII, 1893.

Adoptant alors pour poids du litre d'oxygène la valeur L = 1,4290 généralement admise aujourd'hui ([1]) et confirmée, récemment encore, par les travaux de MM. Jaquerod et Tourpaïan ([2]), nous avons calculé, par une simple proportion, le poids moyen du litre normal d'air à Genève des deux séries précédentes. On obtient ainsi les deux nombres suivants : L = 1,29302 (série K, 18 observations) et L = 1,29297 (série W, 12 observations). Ces deux moyens concordent à $\frac{1}{24000}$ près. Les observations journalières, calculées de la même façon, et arrondies à la quatrième décimale, sont consignées dans le Tableau I :

TABLEAU I. — *Poids du litre normal d'air à Genève.*

1910.	Pression de fermeture.	Série.	Observations du même jour.			Moyennes.
			g	g	g	
11 février	732,69	W	1,2929	1,2927	»	1,2923
16 »	726,13	W	1,2929	1,2826	»	1,29275
20 »	726,01	K	1,2931	1,2930	»	1,29305
22 »	720,28	K	1,2934	1,2928	»	1,2931
23 »	730,44	W	1,2927	1,2929	1,2930	1,2929
26 »	725,53	W	1,2930	1,2931	»	1,29305
3 mars	731,11	W	1,2935	1,2935	1,2928	1,2933
10 »	730,97	K	1,2928	1,2934	»	1,2931
15 avril	714,07	K	1,2925	1,2933	»	1,2929
18 »	731,80	K	1,2931	1,2928	»	1,29295
22 »	726,90	K	1,2931	1,2929	1,2931	1,2930
26 »	725,79	K	1,2933	1,2931	1,2926	1,2930
28 »	726,05	K	1,2930	1,2930	»	1,2930
		Moyenne	....			1,2930

3. Nos expériences mettent en évidence de *faibles variations de la densité de l'air en un même lieu :* la moyenne des 6 observations du 11 au 23 février inclusivement est L = 1,2929; celle des 6 mesures du 10 mars au 28 avril est L = 1,2930; la détermination du 3 mars, laissée en dehors de ces moyennes, bien que nous n'ayons aucun motif plausible de l'exclure, présente un maximum accusé. L'écart entre ces deux moyennes, par périodes, est de $\frac{1}{13000}$; il devient $\frac{2}{13000}$ si l'on compare les deux premières et les deux dernières moyennes journalières (11 et 16 février d'une part, 26 et 28 avril d'autre part).

([1]) Voir la discussion de cette valeur, PH. A. GUYE, *Journ. Chim. phys.*, t. V, 1907, p. 210.

([2]) JAQUEROD et TOURPAÏAN, *Arch. Sc. phys. nat. Genève*, 4e série, t. XXXI, 1911, p. 20, et *Comptes rendus* (extrait), t. 151, 1910, p. 666.

Ces faibles variations de la densité de l'air sont confirmées par quelques analyses d'air de Genève exécutées dans notre laboratoire par M. Watson, suivant une méthode très précise qui lui a donné les résultats suivants :

Dates.	Volume d'oxygène sur 100 vol. d'air.			Moyennes.
19 mai 1910......	21,02	21,04	21,03	21,04
11 juillet 1910....	20,96	20,93	»	20,945
12 juillet 1910....	20,98	20,95	»	20,965

Au cours d'une remarquable série d'analyses journalières très précises, exécutées du 2 janvier 1880 au 20 avril 1881, sur l'air d'Hudson (Ohio), M. E. W. Morley a constaté des différences du même ordre (¹). Ce savant a aussi signalé le fait que les déficits d'oxygène sont généralement précédés ou accompagnés de maxima relatifs de la pression barométrique moyenne.

Il en est de même de tous les minima de densité observés par nous, soit les 11, 16, 23 février, 15 et 18 avril : les pressions barométriques moyennes de l'Observatoire de Genève (²) (distant de 500^m de notre laboratoire) passent en effet par des maxima relatifs les 11, 16, 22 février et 19 avril (ce dernier maximum, précédé et suivi de minima relatifs les 14 et 24 avril).

Nos expériences confirment donc le point de vue de M. Morley, d'après lequel les chutes d'air des régions supérieures (moins riches en oxygène) dans les régions inférieures de l'atmosphère sont généralement accompagnées d'une élévation de la pression barométrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Le mécanisme de la coagulation.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. E. Roux.

La propriété que présentent les solutions colloïdales de se coaguler sous certaines influences est encore mal expliquée : on la rapporte généralement, sans donner de preuves suffisantes, à des actions capillaires ou électriques. J'ai déjà indiqué très brièvement (³) qu'une autre explication pouvait être fondée sur des actions purement osmotiques, et se résumait en ceci qu'un colloïde se coagule lorsque sa pression osmotique devient négative. C'est

---

(¹) E. W. Morley, *Am. Journ. of Science* (Sillimann), t. XXII, 1881, p. 417. Nous croyons devoir attirer l'attention de façon toute spéciale sur ce très beau Mémoire, qui paraît avoir été ignoré de la plupart des auteurs européens.

(²) *Arch. Sc. phys. nat. Genève*, 4ᵉ série, t. XXIX, 1910, p. 358 et 570.

(³) *Journal de Chimie physique*, t. VII, 1909, p. 437.

cette explication dont je vais développer maintenant les traits essentiels.

Les bases sur lesquelles elle repose n'ayant pas été établies expérimentalement avec toute la généralité que je leur suppose, je ne les présenterai que sous la forme d'hypothèses : la justification n'en serait pas difficile, mais ne peut trouver place ici.

I. La première consiste à étendre aux mélanges de solutions les lois qui régissent les mélanges de gaz. La pression totale d'un mélange de gaz est la somme des pressions partielles qu'exercerait chacun des gaz, occupant à lui seul le volume total : j'admettrai de même que *la pression osmotique d'une solution de plusieurs substances est la somme des pressions osmotiques partielles*. Dans une solution contenant par litre n molécules (ou ions, ou particules quelconques) d'une première substance, n' d'une seconde, etc., la pression osmotique est $K(n + n' + \ldots)$, le coefficient K étant indépendant de la nature des molécules (à condition qu'elles ne réagissent pas les unes sur les autres). Cette première hypothèse a d'ailleurs été émise bien souvent et n'est nullement spéciale à la théorie que je propose.

II. On peut en dire autant de la deuxième, relative aux équilibres osmotiques. Supposons que deux vases A et B contiennent deux solutions, A d'alcool seulement, B d'alcool et de sucre, et que ces deux vases soient séparés par une cloison perméable à l'eau et à l'alcool, et imperméable au sucre. Si nous exerçons sur les liquides A et B des pressions convenables, nous arriverons à un état d'équilibre : dans cet état, les solutions A et B renfermeront des quantités déterminées d'eau, de sucre et d'alcool. Envisageons en particulier les proportions relatives d'eau et d'alcool qui sont les deux produits diffusibles, le sucre étant arrêté par la cloison ; je ferai l'hypothèse que ces proportions sont les mêmes dans A et dans B. En d'autres termes, *dans l'état d'équilibre, les proportions relatives des différentes substances que la cloison laisse passer sont les mêmes des deux côtés de cette cloison, les seules différences étant dans les proportions des substances qui ne peuvent la traverser*.

Ces deux hypothèses étant admises, le mécanisme de la coagulation des colloïdes s'en déduit de la manière suivante :

Ajoutons à une solution, par exemple à une solution d'alcool contenant 1 molécule-gramme au litre, une deuxième substance soluble, et voyons quelle sera la variation de la pression osmotique de la solution. Cette variation sera la résultante de deux modifications en sens contraire : d'une part, en effet, la présence des molécules dissoutes du nouveau corps élèvera

cette pression, et, d'autre part, ce corps occupant un certain espace, le volume du liquide augmentera; la concentration de l'alcool y deviendra moins grande, et par suite la pression osmotique correspondante diminuera. La variation totale de la pression osmotique du liquide sera la somme de ces deux effets contraires, et sa grandeur ou même son signe dépendront du rapport de leurs grandeurs. Il est facile de voir, en s'appuyant sur la première hypothèse, que ce rapport dépend surtout de la grosseur des molécules du corps ajouté à la solution d'alcool.

Si ces molécules sont très petites, l'augmentation de volume résultant de leur présence sera négligeable, et ce sera le premier effet (augmentation de pression) qui l'emportera. Si au contraire les molécules sont grosses, le second effet sera prépondérant et la pression diminuera : c'est ce qui arrivera, par exemple, si le corps ajouté à la solution a un poids moléculaire 5000 et une densité 1. Ainsi, dans certaines conditions, l'addition à un liquide d'une substance soluble peut en diminuer la pression osmotique.

Reprenons alors l'appareil déjà considéré plus haut, et formé de deux vases A et B, que nous supposerons remplis, au début de l'expérience, de la même solution d'alcool, et séparés par une cloison perméable à l'eau et à l'alcool. Ajoutons dans B une substance ayant la propriété de diminuer la pression osmotique du liquide B, et ne traversant pas la cloison, et voyons dans quel sens l'équilibre va être troublé, et à quel nouvel équilibre nous arriverons.

La pression osmotique devenant plus petite en B qu'en A, de l'eau passera de B dans A, mais comme il faut pour l'équilibre final (2e hypothèse) que les proportions relatives de l'eau et de l'alcool soient toujours les mêmes dans A et dans B, cet équilibre ne pourra être atteint que s'il passe aussi de l'alcool de B dans A, et en quantité telle que la composition de B reste constante en ce qui concerne les proportions relatives de l'alcool et de l'eau. Mais si elle reste constante, la pression osmotique y reste toujours inférieure à ce qu'elle est dans A, et par suite le mouvement d'osmose ne s'arrêtera que lorsque tout le liquide primitivement contenu dans B aura passé dans A. La substance ajoutée y restera seule : *après s'être dissoute dans le liquide, elle s'en séparera spontanément.*

Voyons dans quelles conditions on pourra observer ce phénomène. Un calcul très simple montre que, si la solution primitive d'alcool (ou de toute autre substance) contient une molécule-gramme par litre, il faut que la molécule-gramme de la substance ajoutée occupe, en solution, un volume supérieur à 1^l. Ce chiffre n'est pas atteint par la majorité des substances

cristallisables, et c'est pourquoi je laisse momentanément de côté l'application à ces substances des considérations précédentes : il est, au contraire, généralement dépassé par les colloïdes. C'est donc en étudiant les colloïdes qu'on devra rencontrer le phénomène dont je viens de montrer le mécanisme; ce phénomène est en effet celui de la coagulation.

En effet, dans l'expérience que je viens de décrire, un colloïde ajouté à une solution ayant une pression osmotique suffisante s'en sépare totalement, comme dans la coagulation ordinaire. Les conditions semblent n'être pas les mêmes, puisque nous observons ici cette séparation dans un appareil comprenant une cloison semi-perméable, tandis que la coagulation s'observe sans aucun appareil : mais la présence de cette cloison n'est pas nécessaire. Si, en effet, il se forme, en un point quelconque du liquide, un petit espace ne renfermant aucune particule colloïdale (et le mouvement brownien en formera nécessairement), cet espace libre s'agrandira indéfiniment par le jeu des forces osmotiques, comme s'il était limité par une membrane, et la séparation du colloïde se fera encore spontanément.

Je montrerai, dans une publication plus détaillée, que cette conception de la coagulation permet d'en exprimer les principaux caractères expérimentaux.

PHYSICO-CHIMIE. — *Action des rayons ultraviolets sur l'amidon.* Note de MM. **Jean Bielecki** et **René Wurmser**, présentée par M. A. Dastre.

Parmi les réactions importantes qui se passent dans les végétaux sous l'influence de la lumière sont celles qui résultent de la désintégration des hydrates de carbone. Nous avons pensé qu'il était intéressant d'entreprendre l'étude de l'action des rayons ultraviolets sur l'amidon. En soumettant de l'amidon pur, complètement déminéralisé, à l'action des rayons ultraviolets, nous avons pu observer des phénomènes de dédoublement analogues à ceux étudiés par V. Henri, Bierry et Ranc sur d'autres hydrates de carbone (¹) et par d'autres auteurs tels que D. Berthelot et Gaudechon (²), Güntz et Minguin (³), Euler et

(¹) *Comptes rendus Soc. de Biol.*, 14 mai 1910; *Comptes rendus*, t. 151, 25 juillet 1910; t. 152, 27 février et 6 juin 1911.

(²) *Comptes rendus*, t. 151, 1er août 1910.

(³) *Comptes rendus*, t. 152, 13 février 1911.

E. Lindberg [1] et Neuberg [2]; ce dernier a soumis un grand nombre de corps à la lumière solaire en présence de sels d'uranyle et de sels ferriques.

Technique. — L'amidon employé pour nos recherches était totalement déminéralisé par dissolution et congélation répétées d'empois de fécule de pomme de terre d'après le procédé de choix appliqué par M. Malfitano et Mlle Moschkoff [3]. L'amidon ainsi préparé est très pur (2^{mg} de cendres pour 10^g d'amidon desséché). Cet amidon étant très difficilement soluble dans l'eau pure ($k = 1,7.10^{-6}$), la solution exposée était de 0,38 à 0,40 pour 100. Pour s'assurer de sa faible teneur en électrolytes et en impuretés organiques, nous mesurions sa conductivité et son pouvoir rotatoire. La conductivité des solutions exposées était de 10 à 12.10^{-6}. Le pouvoir rotatoire, pour les concentrations indiquées ci-dessus, était de 217°57′ et 217°33′; en moyenne $(\alpha)_{20^\circ}^{D} = 217°45'$.

La source des rayons ultraviolets était soit une lampe à mercure en quartz du modèle Westinghouse Cooper Hewitt, ayant une longueur de tube lumineux de 60^{mm}, montée sur un courant de 110 volts et brûlant à l'air libre au régime de 75 volts et 3,4 ampères, soit une lampe à mercure de puissance environ 50 fois plus grande.

La solution était exposée soit dans des tubes de quartz de 10^{cm} de longueur et de $1^{cm},5$ de diamètre, contenant chacun 10^{cm^3} et tournant autour de la lampe à une distance de $8^{cm},5$; soit dans les ballons en quartz. La température de la solution exposée était environ de 45° C.

Résultats. — Parmi les produits de désintégration de l'amidon se trouvent des corps à fonction acide. Nous avons suivi la formation de ces corps, d'une part par la méthode de conductivité électrique, d'autre part en mesurant l'acidité réelle de la solution irradiée par la méthode électrométrique avec électrodes à hydrogène. La durée des expositions a varié de 1 à 255 heures. La conductivité, qui était au début de 10.10^{-6}, était de 257.10^{-6} à la fin de la réaction, après 255 heures. La concentration en ions hydrogénés variait en même temps de $10^{-5,34}$ à $10^{-2,93}$. La même conductivité et la même concentration en ions hydrogène sont obtenues déjà au bout de 6 heures d'irradiation à la lampe à mercure très puissante utilisée par nous. Le Tableau suivant donne la marche de la réaction; on voit qu'elle est rapide au début et se ralentit de plus en plus. La courbe de la vitesse est très régulière.

---

(1) *Bioch. Zeitschr.*, t. XXXIX, 1912, p. 410.

(2) *Bioch. Zeitschr.*, t. XIII, 1908, p. 305; t. XXIX, 1910, p. 279; t. XXXIX, 1912, p. 158.

(3) *Comptes rendus*, t. 151, 7 novembre 1910.

Durée en heures.	Conductivité $\times 10^6$.	Concentration en ions H.
0	10	$10^{-5,34}$
1	38	$10^{-4,96}$
2	54	$10^{-4,90}$
6	111	—
22	166	$10^{-3,64}$
48	195	$10^{-3,28}$
70	240	$10^{-3,15}$
115	257	$10^{-2,93}$
255	257	$10^{-2,93}$

La solution exposée a toujours un pouvoir rotatoire plus faible que la solution primitive; sa réaction est nettement acide au tournesol; elle sent fortement l'aldéhyde formique et donne ses réactions caractéristiques, réduisant une solution alcalino-ammoniacale d'azotate d'argent et colorant en rose le bisulfite de rosaniline. Elle ne contient pas d'aldéhyde acétique, ni propionique, la réaction très sensible de Lewin avec la pipéridine et le nitroprussiate de sodium étant négative. La solution iodo-iodurée indique la présence de dextrines. La liqueur de Fehling est fortement réduite. L'absence de la réaction de Séliwanoff indique qu'il n'y a pas de lévulose. La phénylhydrazine acétique donne un précipité cristallin brun jaunâtre en trop petite quantité pour être caractérisé. La réaction positive de Barfoed (acétate de cuivre acétique) permet de croire à la présence du glucose.

Parmi les produits de dédoublement de l'amidon, les plus intéressants à constater sont les pentoses et les acides carbonyliques (glucuronique? etc.). La solution irradiée, chauffée avec la phloroglucine et l'acide chlorhydrique concentré, donne une coloration rouge cerise qui, après extraction par l'alcool amylique, donne une bande d'absorption caractéristique entre D et E. Avec l'orcine, on obtient un extrait amylique rouge qui donne une bande d'absorption entre C et D. Ces deux réactions étant caractéristiques des pentoses et des acides carbonyliques, nous avons chauffé la solution irradiée avec de la naphtorésorcine et de l'acide chlorhydrique concentré et nous avons obtenu une coloration rouge violet qui passe très difficilement dans l'éther et ne passe pas dans le benzène, ce qui confirme la présence des pentoses. Nous poursuivons l'étude plus approfondie de la nature de tous les produits de désintégration de l'amidon.

Nous avons fait avec M. V. Henri, pour l'amidon témoin et la solution exposée, l'étude quantitative du spectre d'absorption dans l'ultraviolet. Le résultat général est la formation de corps qui absorbent très fortement

des rayons ultraviolets au-dessus de 3000 U. Å. Les valeurs numériques et leur discussion seront données à un autre endroit.

Conclusions. — L'amidon pur en solution aqueuse exposé aux rayons ultraviolets subit des réactions de dédoublement et d'oxydation avec production de dextrines, de sucres réducteurs, de pentoses, d'aldéhyde formique et de corps à fonction acide.

BOTANIQUE. — *Algues calcaires (Mélobésiées) recueillies par l'Expédition Charcot* 1908-1910. Note de Mme **Paul Lemoine**, présentée par M. L. Mangin.

Les Mélobésiées rapportées par la Mission Charcot proviennent de la côte ouest du continent de Graham, en particulier de l'archipel Palmer (île Wiencke) et de la Terre de Graham proprement dite (île Petermann et cap Tuxen).

La première Expédition Charcot (1905) avait déjà signalé une espèce de Mélobésiée à l'île Wandel, voisine de l'île Petermann; mais les matériaux récoltés par M. L. Gain, au cours de la deuxième Expédition antarctique, sont beaucoup plus nombreux et beaucoup plus intéressants. Nos connaissances sur la flore marine de la côte ouest du continent de Graham se sont ainsi beaucoup accrues.

J'ai déjà, dans une Note précédente ([1]), indiqué les caractéristiques anatomiques des Mélobésiées antarctiques et j'ai traité des relations des Mélobésiées de chacune des régions antarctiques entre elles. Je me bornerai dans cette Note à signaler les résultats de l'Expédition Charcot et, grâce à eux, je résumerai les relations de la flore des Mélobésiées des diverses parties de la région antarctique sud-américaine.

A la Terre de Feu il a été récolté une espèce, *Lithothamnium Schmitzii* Hariot, nouvelle pour la localité d'où elle a été rapportée.

Dans les régions antarctiques proprement dites, il a été récolté cinq espèces, dont une est nouvelle. Ce sont les suivantes :

Lithophyllum æquabile Foslie.

Lithophyllum subantarcticum Foslie.

([1]) Mme Paul Lemoine, *Sur les caractères généraux des genres de Mélobésiées arctiques et antarctiques* (*Comptes rendus*, t. 154, séance du 18 mars 1912, p. 781).

Lithothamnium granuliferum Foslie.
Lithothamnium Lenormandi Aresch.
Lithothamnium Mangini nov. sp.

Quatre de ces espèces ont été trouvées à l'île Petermann, où on les rencontre vivant sur tous les rochers, les unes à côté des autres, et se recouvrant même partiellement. J'ai pu constater ainsi, dans l'ordre suivant, la superposition des quatre espèces : *L. Mangini*, *L. subantarcticum*, *L. æquabile*, *L. granuliferum*.

Les espèces dont il est question vivent dans la zone littorale et sont récoltées à marée basse.

Par dragage, sur la côte nord-est de l'île Petermann, dans le chenal de Lemaire, il a été ramené, d'une profondeur assez considérable d'au moins 50^{m}, une espèce ubiquiste, *Lithothamnium Lenormandi*, dont la présence dans les régions antarctiques est très intéressante à signaler.

Jusqu'à présent, une seule espèce était connue de la côte ouest du continent de Graham : *L. æquabile;* c'est d'ailleurs l'espèce la plus commune de toute cette région; elle a été retrouvée par M. Gain à l'île Petermann, au cap Tuxen et à Port Lockroy (île Wiencke).

Les autres espèces n'avaient jamais été signalées encore dans cette région. Le *L. subantarcticum*, espèce antarctique sud-américaine, n'avait pas encore été trouvé au sud des Orcades et, d'après les échantillons récoltés aux Orcades, M. Foslie avait cru pouvoir conclure que cette dernière localité devait constituer sa limite extrême d'extension vers le Sud.

L. granuliferum n'était encore connu que dans une région subantarctique, car il avait seulement été signalé à l'Ile des États, à l'est de la Terre de Feu.

L. Mangini, bien que nouveau, paraît être une espèce très commune dans les régions explorées par le *Pourquoi-Pas?* On l'a trouvé dans quinze stations différentes. Il représente, dans l'Antarctique, le groupe si intéressant des *Lithothamnium* dont l'hypothalle est nul. Il forme de petites croûtes de forme circulaire, extrêmement minces, ne dépassant pas 200$^{\mu}$ d'épaisseur à l'état adulte et fructifié. Par son abondance il arrive à recouvrir les cailloux d'une fine croûte continue. Il ne semble pas qu'il soit caractéristique de la région où il a été découvert pour la première fois; j'ai rapporté à cette espèce un petit thalle observé en faisant des coupes dans une espèce de la Terre de Feu, *L. discoideum;* cette espèce avait recouvert en se développant une croûte de *L. Mangini*.

Enfin j'ai rapporté au *L. Lenormandi* des croûtes roses vivant sur des roches schisteuses et draguées. Les caractères anatomiques et ceux des organes reproducteurs sont identiques à ceux de l'espèce *L. Lenormandi*. Les légères différences qu'on peut relever dans l'aspect extérieur peuvent s'expliquer facilement par la localité antarctique et par la profondeur à laquelle ces croûtes ont été récoltées. En effet les échantillons de cette espèce qu'on possède dans les collections proviennent généralement des récoltes faites à marée basse.

L. Lenormandi avait déjà été signalé dans une autre région antarctique, très éloignée de la région sud-américaine (Ile Kerguelen), où il avait été désigné sous le nom de *L. annulatum*, et, d'autre part, à la Terre de Feu.

La description des espèces dont il vient d'être question paraîtra dans la publication de l'Expédition Charcot ainsi que la diagnose de l'espèce nouvelle *L. Mangini*; les échantillons récoltés par le *Pourquoi-Pas?* seront figurés par la même occasion.

En ce qui concerne les relations des Mélobésiées des diverses régions de la région sud-américaine, on remarque une certaine analogie entre la flore de la Terre de Graham et de l'Archipel Palmer avec celle de la Terre de Feu : 4 espèces sont communes à ces deux régions. La flore de Mélobésiées de la Terre de Feu qui renferme 12 espèces est beaucoup plus riche. On remarque aussi, comme il fallait s'y attendre, que 2 espèces sont communes à la Terre de Graham et aux Orcades du Sud, voisines de ce continent, On ne peut malheureusement établir aucune comparaison avec les Iles Shetland, peu connues au point de vue des Mélobésiées.

Les conditions de vie des Algues calcaires dans les régions antarctiques proprement dites sont à présent bien connues. Elles vivent toujours immergées, comme dans nos climats : on les trouve soit dans de petites mares, soit juste au niveau de la basse mer, ou enfin à une certaine profondeur. Cependant, au lieu de les trouver indifféremment sur tous les rochers, on les rencontre exclusivement dans les endroits abrités des glaces : dans des creux, sous la partie surplombante des rochers, ou abrités derrière de gros rochers.

Leur aspect est également très caractéristique : elles forment des croûtes extrêmement minces, adhérant d'une façon parfaite au substratum rocheux. Ces caractères résultent d'une adaptation à la présence des glaces; la grande adhérence au substratum, caractéristique de toutes les espèces antarctiques, ne s'appliquerait pas, au contraire, à l'ensemble des espèces subantarctiques.

PHYSIOLOGIE. — *Immunité naturelle du Hérisson vis-à-vis du venin de l'Heloderma suspectum* Cope. Note de Mme **Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le Hérisson, qui possède une immunité si marquée vis-à-vis des venins des Batraciens, des Serpents, des Insectes vésicants, manifesterait-il la même

résistance vis-à-vis de ceux qui présentent avec les premiers une certaine analogie d'action physiologique?

La question présente de l'intérêt au point de vue des processus par lesquels l'organisme d'un même animal se défend contre les poisons auxquels il est brusquement soumis, et pour lesquels on ne saurait invoquer l'accoutumance due à une proie habituelle et toxique.

Tel est le cas pour le Hérisson, insectivore spécial à l'ancien continent, vis-à-vis du venin de l'Héloderme, grand Lézard du nouveau monde, cantonné sur le versant ouest des Montagnes Rocheuses et des Andes, entre l'Arizona au Nord et l'isthme de Téhuantepec au Sud.

Or quand on inocule, à un Hérisson adulte, la dose de venin d'Héloderme qui fait mourir en l'espace de 8 heures un cobaye de même poids, on constate que le sujet résiste, mais non toutefois sans avoir présenté quelques-uns des symptômes caractéristiques de l'envenimation, comme le montre l'expérience suivante :

Expérience. — Un Hérisson mâle, pesant 550^g, reçoit sous la peau de chaque aine $1^{cm^3},5$ d'une solution à $\frac{1}{1000}$ de venin sec dans l'eau distillée, soit en tout 3^{mg}.

L'inoculation est très douloureuse, car le sujet aussitôt libéré s'enroule violemment et se plaint très haut. Il reste ainsi pendant une vingtaine de minutes après lesquelles la douleur s'exaltant, l'animal se déroule et se met à arpenter d'une façon inquiète et saccadée l'aire de sa cage, grattant le sol et donnant de brusques coups de museau contre tous les obstacles.

Cette *période d'excitation* dure environ 45 minutes, après lesquelles survient une irrésistible *narcose :* le Hérisson s'enroule et s'endort ; mais le sommeil est interrompu par des réveils brusques, dus à *l'exacerbation de la douleur* et accompagnés de *mouvements respiratoires d'abord accélérés et spasmodiques* (on note 44 inspirations par minute au lieu de 12 sur les témoins enroulés, mais non endormis), *puis ralentis.* Le cœur reste inexplorable, car le Hérisson s'enroule fortement dès qu'on le touche, quel que soit son état de veille ou de sommeil. Cet état se prolonge pendant quatre jours, le sujet n'ayant commencé à goûter à ses aliments que dans la nuit du troisième jour. Des troubles trophiques avec hémorragies cutanées survenus aux pattes retardèrent encore la guérison qui survint le septième jour.

Malgré son jeûne presque absolu pendant plusieurs jours, le Hérisson n'avait perdu que 30^g de son poids ; mais les troubles de la nutrition persistèrent, déterminant un *amaigrissement consécutif* de 100^g, et il ne revint à son poids primitif que deux mois après l'inoculation. Le témoin de la même portée pesait à ce moment 830^g.

Chez deux autres sujets, pesant 610^g et 750^g, ayant reçu des doses correspondantes respectivement à 12^{mg} et 15^{mg} de venin sec (soit 20^{mg} par kilogramme dans les deux cas), la *période d'excitation du début fut très écourtée;* mais la douleur, la narcose, les troubles respiratoires présentèrent les

mêmes caractères que chez le premier sujet, et ne furent pas compliqués de troubles trophiques, de sorte que les animaux guérirent en un jour des accidents immédiats, et ne présentèrent plus, dans les semaines suivantes, que l'amaigrissement déjà signalé. Chez un quatrième Hérisson, pesant 570^g, la mort survint avec un poids de venin égal à 19^{mg} (soit 33^{mg} par kilogramme d'animal), ce qui montre que la résistance du Hérisson au venin de l'Héloderme est très voisine de celle qu'il manifeste vis-à-vis du venin de la Vipère.

Avec cette dose se produisent non seulement les symptômes déjà observés chez les trois premiers animaux, mais encore tous ceux qu'on obtient chez le cobaye mortellement envenimé : *inertie musculaire, d'abord par narcose, puis par paralysie; hypothermie* aussi rapide et aussi marquée qu'avec le venin de Vipère; *affaiblissement cardiaque dominant*, accompagné de *syncope* et de légères *convulsions cloniques* de la tête et des pattes; enfin *arrêt du cœur en diastole* entraînant la mort moins de 4 heures après l'inoculation.

Les *globules sanguins du Hérisson n'étaient pas hémolysés*, contrairement à ce qui arrive pour ceux du cobaye, du moineau et des autres animaux sensibles au venin de l'Héloderme.

On voit par les faits qui précèdent que si le Hérisson se montre, dans une mesure appréciable, sensible à la dose de venin qui tue le cobaye, la dose minima, mortelle pour lui-même, est néanmoins six fois plus élevée. Sa résistance au poison des Lézards est donc certaine, et il ne pourrait mourir de la morsure d'un seul Gila, car, d'après les nombreux prélèvements de venin que j'ai pu faire sur les quatre Hélodermes actuellement vivants à la galerie d'Herpétologie du Muséum, grâce à l'obligeance de M. le professeur Roule, la quantité maxima du venin, pesé sec, que peut fournir à un moment donné un seul sujet, est en moyenne de $1^{mg},5$. Pour le plus gros, qui mesure 510^{mm} et pèse 1060^g, et qui est le plus grand spécimen jusqu'à présent décrit, cette quantité n'a jamais dépassé 5^{mg}.

C'est dire que le Hérisson est beaucoup plus résistant que l'homme au venin de l'Héloderme, car des individus ont succombé en quelques heures à la morsure du Gila, par conséquent à des doses de venin ne dépassant vraisemblablement pas 5^{mg}. Si on la rapporte à un même poids des sujets, la résistance du Hérisson est 115 fois plus élevée que celle de l'homme.

Comme il est bien avéré que le Hérisson ne peut devoir au mithridatisme sa résistance au venin de l'Héloderme, puisque ces animaux habitent des continents différents; que, d'autre part, le venin du Lézard présente avec

celui des Viperidæ quelques analogies d'action, j'ai recherché si le sang du Hérisson, qui est, comme l'ont montré MM. Phisalix et Bertrand, antitoxique vis-à-vis du venin de la Vipère, aurait les mêmes propriétés vis-à-vis de celui de l'Héloderme. Or, le sérum de Hérisson, débarrassé de son pouvoir toxique par le chauffage à 58° pendant 15 minutes, ne se montre nullement antitoxique (MM. Gley et Camus ont vu qu'il en est de même vis-à-vis du sérum d'anguille) : la dose de 8^{cm^3}, ce que fournit un sujet adulte, mélangée avant l'inoculation à la dose de 3^{mg} à 4^{mg} de venin, qui est sûrement mortelle pour le cobaye, ou bien inoculée séparément (sérum dans le péritoine et aussitôt après venin sous la peau), non seulement ne protège pas le cobaye, mais en précipite la mort. Celle-ci survient en 55 minutes dans le premier cas, en 1 heure 10 dans le second, au lieu de 1 heure 38, comme après le venin injecté seul.

Cette contradiction entre la haute résistance de l'animal et l'action apparemment sensibilisante de son sérum s'explique quand on observe ce qui se passe après l'inoculation du sérum seul : bien que la dose de 8^{cm^3} de ce sérum chauffé ne soit ni mortelle ni toxique, elle détermine dans la première heure qui suit l'inoculation, et dans celle-là seulement, une hypothermie marquée (de 39,5 à 36,6) et une parésie du train postérieur, symptômes qui s'ajoutent aux symptômes similaires dus au venin seul. Ce qui montre qu'il en est bien ainsi, c'est que dans le cas où le sérum est inoculé 24 heures avant le venin, la mort n'est pas avancée; elle survient en 2 heures au lieu de 1 heure 38.

On voit donc, par surcroît, que le sérum de Hérisson n'est pas non plus immunisant contre le venin de l'Héloderme, comme il l'est vis-à-vis du venin de la Vipère.

De l'ensemble de tous ces faits, on doit conclure : 1° que l'immunité du Hérisson vis-à-vis du venin de l'Héloderme est due à la résistance propre de ses cellules, au moins évidente en ce qui concerne les globules rouges; c'est une immunité cytologique ; 2° que le Hérisson résiste aux poisons d'origine animale ou végétale par des mécanismes différents, dont deux ont été expérimentalement démontrés : par les propriétés antitoxiques du sang vis-à-vis du venin de la Vipère (Phisalix et Bertrand) et par la résistance cellulaire vis-à-vis des sécrétions du bacille de Koch (C. Phisalix), du sérum toxique d'anguille (Gley et Camus) et enfin du venin de l'Héloderme.

ZOOLOGIE. — *Sur les Ptérobranches rapportés par la seconde Expédition antarctique française et sur un Crustacé parasite de l'un d'eux.* Note de M. Ch. Gravier, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Ptérobranches forment un petit groupe de Vers tubicoles, qu'on a rapprochés surtout des Balanoglosses, des Bryozoaires ectoproctes et aussi de certains Graptolithes. Chez eux, et c'est là leur trait essentiel au point de vue biologique, un bourgeonnement intense et précoce s'associe constamment à une reproduction sexuée active. Un dragage du « Pourquoi-Pas? », au sud de l'île Jenny (lat. 68° S; long. 70°20′ W Paris), a ramené à la surface, avec d'autres animaux, des Ptérobranches qui se rapportent à deux espèces : l'une d'elles est le *Cephalodiscus nigrescens* R. Lankester, recueilli par la « Discovery » au Victoria Land; il est intéressant de constater la présence de la même espèce en deux régions aussi distantes l'une de l'autre que le sont le Victoria Land et l'Antarctique sud-américaine. L'autre espèce est nouvelle; je l'ai décrite sous le nom de *Cephalodiscus Anderssoni*. Par ses tubes absolument indépendants les uns des autres, ce *Cephalodiscus* se range dans le sous-genre *Idiothecia* R. Lankester et, par son facies, il se rapproche beaucoup des formes rapportées par l'expédition antarctique suédoise (*O. Nordenskjöld*), pour lesquelles Andersson a fondé le sous-genre *Orthœcus*, et plus particulièrement du *C. rarus* Andersson.

On connaît peu de chose sur la biologie des *Cephalodiscus*. On voit fréquemment, dans le même tube, des bourgeons à divers degrés de développement et bourgeonnant à leur tour, des bourgeons affranchis du stolon générateur et des ovules libres. Deux fois, chez le *C. Anderssoni*, j'ai trouvé un individu jeune adhérant fortement à la face extérieure du tube d'où il était très récemment sorti, pour aller sans doute se fixer ailleurs et se construire lui-même un tube, car il se dirigeait visiblement vers le *cœnœcium*, substance d'apparence muqueuse qui empâte la base de tous les tubes et les soude en une même masse. K.-A. Andersson a observé des faits du même ordre chez le *C. inæquatus* Andersson qu'il a pu examiner sur des spécimens vivants. Un autre tube du même exemplaire de *C. Anderssoni* avait, au niveau de son orifice, un bourgeon qui venait de se détacher et, immédiatement au-dessous de ce dernier, se tenait le progéniteur qui le soutenait en quelque sorte; les tentacules du bourgeon et ceux du parent étaient intriqués les uns dans les autres, comme si la sortie du tube se faisait avec le concours de l'individu-souche.

C'est à tort, comme l'a fait observer K.-A. Andersson, que certains auteurs considèrent les *Cephalodiscus* comme des animaux coloniaux. Ces Vers ne constituent pas, en effet, de véritables colonies, puisque chacun des individus, dans les édifices qu'ils construisent, demeure absolument indépendant des autres pendant toute son existence. Il me semble qu'on doit plutôt les regarder comme des animaux dont les groupements sont intermédiaires entre les sociétés proprement dites et les colonies les plus typiques, comme celles des Madréporaires. En effet, les sociétés qu'ils forment diffèrent de celles des Insectes, des Hyménoptères, par exemple, en ce que, chez eux, les individus d'un même spécimen proviennent, en somme, par voie de bourgeonnement, de l'individu progéniteur, comme cela a lieu chez les Polypes coralliaires. Le genre *Rhabdopleura* Allman qui, avec le genre *Cephalodiscus*, forme la sous-classe des Ptérobranches, offre la transition entre les sociétés et les colonies, car tous les individus d'un même exemplaire de ce genre sont réunis entre eux par un stolon général.

D'après les résultats des explorations récentes, le genre *Cephalodiscus* paraît avoir une aire de répartition extrêmement étendue. Il n'en est pas moins vrai que la région de prédilection de ces animaux semble bien se trouver dans les eaux antarctiques et dans les mers subantarctiques. Sur 14 espèces actuellement décrites, 10 appartiennent aux régions antarctiques ou subantarctiques; 8 habitent l'Océan Glacial Antarctique. Il est à remarquer que c'est dans ce dernier que les édifices construits par les *Cephalodiscus* et les individus qui les habitent prennent les tailles les plus considérables. Par exemple, tandis que le *C. solidus* Andersson bâtit des masses presque sphériques, de 25^{cm} à 30^{cm} de diamètre, avec des tubes de 10^{cm} de longueur, dont les hôtes ont de 4^{mm} à 5^{mm} de longueur (stolon non compris), le *C. indicus* Schepotieff a la forme de disques de 7^{mm} à 10^{mm} de largeur, de 3^{mm} à 4^{mm} de hauteur, avec des individus dont la longueur ne dépasse pas 2^{mm}. Le *C. gracilis* Harmer (de Bornéo) et le *C. Sibogæ* Harmer (de Célèbes) sont également minuscules. Il y a là un nouvel exemple du gigantisme que présentent, dans l'Antarctique, de nombreuses formes des groupes les plus divers.

En certaines régions des eaux antarctiques, à des profondeurs qui ne dépassent qu'exceptionnellement 250^{m}, les *Cephalodiscus* recouvrent vraisemblablement des espaces étendus au fond de la mer. L'expédition antarctique suédoise, au nord de l'île Joinville (lat. 62°55′ S; long. 55°57 W), dans un seul coup de filet traînant, ne recueillit pas moins de 4 espèces nouvelles. Les *Cephalodiscus* constituaient une part importante de la prise.

Dans le dragage du « Pourquoi-Pas? » le *C. nigrescens* et le *C. Anderssoni* étaient représentés aussi par de nombreux exemplaires, d'après les naturalistes du bord. Le *Cephalodiscus*, au moins en certains points des mers antarctiques, paraît être un des types les plus caractéristiques des fonds de moyenne profondeur.

Au cours de mes recherches sur le *C. Anderssoni*, j'ai trouvé deux individus parasités par un Copépode femelle du genre *Zanclopus* Calman, dont il est une espèce nouvelle que j'ai appelée *Z. antarcticus*. A la base des tentacules de l'un des individus parasités, étaient fixés un certain nombre de *Nauplius* qui, selon toute vraisemblance, provenaient du *Zanclopus* situé immédiatement au-dessous et qui ne paraissent pas différer sensiblement de ceux des Copépodes libres. Avec leurs appendices médians et postérieurs biramés, armés de longues soies, ces *Nauplius* sont capables de se mouvoir et de passer dans un hôte plus ou moins éloigné de leur point d'origine. La découverte de ces *Nauplius* est un fait intéressant, car elle montre qu'il s'intercale une phase de vie libre au début de l'évolution du parasite. Calman n'a observé que des stades copépodiformes aussi mal doués au point de vue de la locomotion que l'adulte. Il semble bien probable que le *Nauplius*, après une courte période d'existence indépendante, pénètre dans un hôte du voisinage.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles recherches analytiques sur la parthénogenèse expérimentale des Amphibiens.* Note de M. **E. Bataillon**, présentée par M. Yves Delage.

La parthénogenèse des Amphibiens est dissociable en deux temps : l'*activation* et la *caryocatalyse* (accélération engendrée par une substance nucléaire étrangère).

I. *Par les chocs d'induction, on isole le premier temps.* — Les œufs, devenus infécondables, aptes à une évolution abortive, peuvent fournir des larves, si on leur inocule un complément de *catalyseur-noyau*. La superposition de la simple piqûre à l'électrisation est sans effet.

L'efficacité du deuxième facteur paraît limitée à la première heure qui suit l'activation. Le changement d'état provoqué par l'activation *est indépendant de l'afflux de l'eau*. Les processus engagés à sec se poursuivent dans la chambre humide. L'étude cytologique révèle les mouvements internes, comme sur les œufs immergés. L'état osmotique nouveau se traduit avec la même netteté sous l'action de fixateurs faibles;

sans imbibition préalable. Si le changement d'état n'est pas immédiat, je démontrerai ailleurs qu'il est rapide.

Les œufs de *Rana fusca*, *exposés aux vapeurs de chloroforme* en chambre humide pendant 3 minutes, *sont activés comme par l'électricité*. Ils sont infécondables, ils émettent leur deuxième globule et se divisent. Ils fournissent des larves si on les pique ensuite avec du sang. La réaction est la même avec les vapeurs d'*éther;* elle se produit après une exposition un peu plus longue aux vapeurs des carbures (*benzol, toluol*).

L'identité de certains facteurs et des effets produits prouve bien que le premier temps se confond avec celui que l'analyse de Loeb a isolé chez les Invertébrés.

II. La rectification du processus d'activation simple n'a pu être obtenue par suppression de l'oxygène, soit au moyen du pyrogallate, soit avec KCN. Elle n'a pu être obtenue par les solutions hypertoniques.

Sur ces œufs, activés ou fécondés, il paraît impossible de provoquer un arrêt brusque par élimination de l'oxygène libre. *L'action du cyanure reste très obscure.* La cinèse des *œufs fécondés est ralentie;* mais le ralentissement initial varie très peu dans des limites de concentration très étendues $\left(\frac{1}{50000} \text{ à } \frac{1}{200}\right)$. Ce qui change, c'est le stade d'arrêt. Dans la concentration $\frac{1}{200}$, j'obtiens encore des morulas à une centaine d'éléments. A $\frac{1}{100}$, *la gangue se dissout complètement en 2 heures ou 2 heures 30 minutes*. Les *œufs mis à nu*, protégés par leur seule membrane, *fournissent pourtant, après des lavages répétés, un pourcentage élevé d'embryons.*

Le seul procédé de régulation efficace reste donc l'inoculation à l'œuf d'un matériel organisé qui paraît être une masse nucléaire.

J'ai trouvé dans l'œuf piqué au sang *depuis 40 minutes seulement*, un aster très étendu, centré sur un corps chromatique; et, dans l'œuf préparant sa division en 4, des asters marginaux surnuméraires, localisés sur l'un des deux segments, en rapport avec la traînée de ponction. Ces asters sont sans rapport avec le fuseau de division et montrent des filaments chromatiques à allure de chromosomes. Le sperme de Batraciens est inactif, si on l'expose 30 minutes à plus de 45°. Celui de Mammifère précipitait encore les cinèses après chauffage à 55°, température voisine de la limite de résistance de certaines diastases. J'ignore encore si des extraits diastasiques pourront être substitués au catalyseur organisé.

Il s'agit bien ici d'une catalyse nucléaire, puisque l'orientation du hyaloplasme se fait sur le matériel introduit, puisque le gel s'étend de façon à *précipiter* au niveau du pronucleus femelle l'apparition d'un puissant système dicentrique qui permettra le

clivage normal dans les délais normaux. Provisoirement, le deuxième temps mérite ici le nom de *caryocatalyse*.

L'œuf vierge d'Amphibien résiste beaucoup mieux à l'air humide qu'à l'hydrogène ou à une atmosphère depouillée d'oxygène. *On ne saurait donc lui appliquer la formule de Loeb: « L'œuf vierge est un anaérobie obligatoire qui est fatalement tué par l'oxygène.* »

Mais les résultats essentiels obtenus chez les Amphibiens ne sauraient être contradictoires avec ceux qui concernent les Échinodermes.

III. *Les traitements composites.* — Les facteurs de la *cytolyse* (Loeb) sont trop nombreux et trop variés pour que le mot nous dise quelque chose. Il ne nous renseigne ni sur certaines *actions immédiates* (cas du traumatisme, de l'électricité, etc.), ni sur les changements *consécutifs* (équilibre osmotique nouveau, localisations plasmatiques, etc.).

Une cytolyse *superficielle* me paraît difficile à admettre avec l'activation électrique : je considére plutôt le changement comme *global*.

Mes expériences sur les œufs à sec semblent tout à fait inconciliables avec la *cytolyse précédée d'une absorption d'eau* (Loeb).

Tout ce que nous savons, c'est que « les excitations physiques ou chimiques variées » (Delage) *perméabilisent* l'œuf et provoquent une *réaction épuratrice* qui oppose une barrière aux éléments fécondateurs et réalise un nouvel équilibre.

Passons au deuxième facteur. Loeb émet des hypothèses peu satisfaisantes en parlant de *produits de cytolyse* neutralisés, soit par des oxydations *spéciales* quand l'hypertonie intervient, soit par des *produits d'hydrolyse* quand l'oxygène est supprimé.

Les deux procédés correcteurs restant inefficaces sur mon matériel, je puis tenter un rapprochement par la voie inverse. L'addition du *catalyseur-noyau*, nécessaire jusqu'à nouvel ordre pour obtenir l'embryogenèse chez les Amphibiens, aurait comme symétrique, chez l'œuf activé d'Oursin, l'élaboration qui se traduit par *l'accroissement de la chromatine à partir du stade monaster* (Wilson, Herbst). Cette période de croissance serait prolongée, dans le cas de l'hypertonie comme dans celui du cyanure, par l'inhibition momentanée de certains processus qui précipitent la cinèse. A la *xénocatalyse* que je provoque, se substituerait ici une *autocatalyse expérimentale*.

IV. *Le rôle de la pression osmotique.* — Lorsque la pression osmotique intervient seule dans l'activation (je vise ici mes premiers essais, et aussi

les expériences faites par Loeb en 1900 avec des *solutions de sucre dans l'eau distillée, sans eau de mer*), elle peut être considérée comme un *procédé schématique d'épuration*. Elle soustrait à l'œuf de l'eau et des déchets; elle peut le mettre en état de réagir pour compléter les éliminations, comme le prouve la *contraction* des œufs de Lamproie. Cette contraction se fait brusquement après un contact plus ou moins long avec la solution; on la précipite en augmentant la concentration. *C'est indirectement* et par suite de l'épuration *que les oxydations sont accélérées*. En effet, les solutions hypertoniques, appliquées à l'*œuf activé ou fécondé*, inhibent ou retardent la division : ici, les oxydations ne sauraient être accrues avec un ralentissement des phénomènes cinétiques. On conçoit donc que la pression osmotique modifie le bilan des oxydations autrement sur les œufs activés que sur les œufs vierges. Si l'on envisage, dans la croissance du matériel nucléaire, certains processus qui continuent (peut-être les dédoublements) alors que d'autres sont ralentis ou enrayés, on n'a plus besoin « d'oxydations spéciales » (Loeb), et l'action analogue de l'hypertonie et du cyanure paraît moins paradoxale.

Ainsi, la pression osmotique, *facteur d'activation*, reste debout avec les faits indiscutables qui l'appuient, à côté de la pression osmotique, *facteur indirect de régulation nucléo-plasmatique*.

BACTÉRIOLOGIE. — *Étude des propriétés du distillat d'une culture de* B. Proteus *sur la vitalité des microbes*. Note de MM. **A. Trillat** et **M. Fouassier**, présentée par M. E. Roux.

Les expériences relatées dans de précédentes Notes [1] ont démontré que les émanations gazeuses produites dans le voisinage d'une substance albuminoïde en voie de décomposition, exerçait une influence sur la vitalité des microbes exposés à leur action.

Le phénomène a été plus spécialement étudié dans le cas où l'on faisait intervenir comme agent de production de ces gaz le *B. Proteus* pris comme exemple. Nous nous sommes demandé si dans une culture de *B. Proteus*, les parties volatiles auxquelles on a attribué les résultats exposés pouvaient être séparées par la distillation des parties fixes du bouillon de culture et si le distillat obtenu jouissait encore des mêmes propriétés conservatrices et

(1) *Comptes rendus*, 14 mars 1910, 15 janvier, 5 février, 18 mars 1912.

activantes vis-à-vis des microbes. Le présent travail a pour objet l'étude de cette question.

A. Dans ce but, 500$^{cm^3}$ de bouillon ensemencé par le *Proteus* ont été distillés à une température de 45° sous pression réduite, après 20 heures d'incubation à 30°; on recueillait dans un récipient refroidi à la glace environ 70$^{cm^3}$ à 80$^{cm^3}$ de liquide qui était ensuite réparti aseptiquement par fractions de 10$^{cm^3}$ dans une série de tubes à essais. Les microbes expérimentés, provenant d'un raclage d'une culture solide, étaient émulsionnés dans l'eau selon le mode opératoire que nous avons déjà décrit, étaient mis en contact pendant un temps déterminé avec ce liquide. Les témoins étaient constitués par des tubes à essais renfermant de l'eau distillée et stérilisée dans lesquels les mêmes germes, et en égale proportion, étaient mis en suspension. Après un laps de temps variable on pratiquait sur plaques Pétri la numération comparative des germes contenus dans les liquides témoins et essais.

Voici, à titre d'exemple, les résultats obtenus en opérant sur le *M. Prodigiosus*, le *B. Coli* et le Pneumocoque. La durée de contact de ces divers germes avec l'eau ou le distillat a été de 12 heures, et les observations ont été faites 20 heures après l'ensemencement.

M. Prodigiosus.		B. Coli.		Pneumocoque.	
Témoin.	Distillat.	Témoin.	Distillat.	Témoin.	Distillat.
col	col	col	col	col	col
0	2000	25	400	25	400
40	1500	8	1600	20	150
25	800	0	2000	20	250

Tandis que dans l'eau témoin les germes ont périclité, ils ont très nettement prospéré dans le liquide distillé, comme si celui-ci contenait des substances nutritives. Si, au lieu d'ensemencer des plaques Pétri, on ensemence des tubes de bouillon avec les mêmes quantités de liquides témoins et essais, on constate que le trouble se manifeste du côté des essais bien avant les témoins.

B. Le ferment lactique se prête bien à la constatation d'un phénomène d'activation dû à l'influence de l'addition d'une petite quantité de distillat.

Deux séries de tubes de 20$^{cm^3}$ de lait écrémé, stérilisé et étendu au $\frac{1}{3}$, sont additionnés les uns et les autres du même nombre de gouttes de distillat et d'eau stérile; ils sont immédiatement ensuite ensemencés par la même quantité de ferment lactique. Après 20 heures, on détermine l'acidité des laits témoins et essais.

Voici les résultats correspondant à quatre expériences prises comme exemples. L'acidité est exprimée en milligrammes d'acide lactique par litre de lait.

Témoins.	Essais.
460 mg	550 mg
490	530
590	660
620	680

Cette expérience diffère de la précédente en ce que l'action conservatrice s'est manifestée à la suite d'une addition directe du distillat dans le liquide de culture sans contact préalable, comme c'était le cas dans le premier essai.

C. L'analyse du distillat indique que celui-ci possède une alcalinité très variable et dans laquelle intervient toujours une très petite quantité d'ammoniaque, dont de très faibles proportions, comme on l'a signalé dans un travail antérieur, exercent déjà une action favorable sur la conservation des microbes. Cette constatation nous a permis d'évaluer dans nos essais la part d'influence qui revient à l'ammoniaque sur l'ensemble des autres produits alcalins gazeux entraînés par la distillation.

Les propriétés du distillat abandonné à lui-même à la température du laboratoire ne se conservent pas longtemps : les substances qu'il renferme en dissolution ne tardent pas à se décomposer, l'alcalinité n'est plus la même et l'on peut constater un changement d'odeur.

En résumé, nos essais montrent que les substances gazeuses, dont nous avons antérieurement signalé les effets, pouvaient être séparées par une distillation appropriée sans perdre leurs propriétés. Ce résultat facilitera l'étude analytique de ces substances que nous poursuivons.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Dosage des phosphates mono- et bimétalliques en présence de composés organiques à fonction acide. Évaluation de l'acidité urinaire totale.* Note [1] de M. **L. Lematte**, présentée par M. A. Gautier.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur les facteurs de l'acidité urinaire.

Laissant de côté toutes les controverses sur la nature de cette acidité, nous dirons que l'urine a une réaction acide, parce qu'il faut ajouter une certaine quantité de liqueur alcaline pour avoir la neutralité vis-à-vis d'un indicateur bien choisi qui, pratiquement, n'existe pas.

---

[1] Présentée dans la séance du 20 mai 1912.

Cette acidité est due :

1° A un groupe de composés organiques à fonction acide (a);

2° Aux H des oxhydriles des phosphates mono- et bimétalliques.

Notre méthode permet :

1° D'évaluer les H des oxhydriles non saturés;

2° De mesurer la grandeur de (a);

3° De titrer la quantité d'acide phosphorique éliminé à l'état de phosphates monométalliques Pm et à l'état de phosphates bimétalliques Pb. On sépare ces derniers par le chlorure de baryum.

Tous nos chiffres représentant les valeurs Pm, Pb et (a) seront toujours évalués ici en PO^4H^3 trivalent.

(Étant donnée la réaction acide du milieu, il ne peut exister en solution de phosphates trimétalliques.)

La somme de ces valeurs représente l'*acidité totale de l'urine.*

Nous regardons l'acide phosphorique ($PO^4H^3 = 98$) comme formé par l'union de trois acides dont les poids moléculaires seraient respectivement de $\frac{98}{3} = 32,67 = C$.

Dans un phosphate monométallique Pm (évalué en PO^4H^3) un seul acide est saturé. Si on le titre en présence d'un indicateur assez sensible pour virer lorsque les deux acides libres sont saturés, et si l'on a ajouté t^{cm^3} d'alcali titré, on a

$$t \times C = \frac{2}{3} Pm.$$

Dans les mêmes conditions, la titrimétrie d'un phosphate bimétallique Pb demandant $t_1^{cm^3}$ d'alcali titré, on aura

$$t_1 \times C = \frac{Pb}{3}.$$

Mélangeons ces deux phosphates et ajoutons dans notre solution un ensemble de facteurs organiques à fonction acide (a) évaluée en PO^4H^3, l'acidité totale du mélange sera évaluée, en désignant par A le nombre de centimètres cubes d'alcali ajoutés,

$$A \times C = \frac{a}{3} + \frac{2}{3} Pm + \frac{1}{3} Pb. \quad (1)$$

Détermination de Pm *et de* Pb *dans l'urine.* — On titre l'acide phosphorique

total P de l'urine à l'azotate d'urane. L'acide phosphorique qui existe dans l'urine à l'état bibasique P*b* sera précipité par le chlorure de baryum. Le filtratum contient le PO^4H^3 qui se trouvait précédemment dans l'urine à l'état de phosphate monométallique P*m*. La formule

$$(2) \qquad Pb = P - Pm$$

nous donnera l'acide phosphorique qui se trouvait dans l'urine à l'état de phosphate bimétallique.

Evaluation de (*a*):

Le virage de la phénolphtaléine marque le terme de la saturation d'un seul H libre du phosphate monométallique et de tous les groupements acides libres de l'urine (*a*).

Si l'on titre l'urine avec une liqueur alcaline monobasique et si l'on ajoute A_p cm³ en prenant comme équivalent acidimétrique $\left(\frac{98}{3} = 32,67 = C\right)$ *l'acidité partielle* en PO^4H^3, *amenée par la phénolphtaléine*, sera :

$$(3) \qquad A_p \times C = \frac{a}{3} + \frac{Pm}{3},$$

Connaissant *Pm* nous pouvons calculer (*a*).

Reportons cette valeur dans

$$A \times C = \frac{a}{3} + \frac{2Pm}{3} + \frac{Pb}{3},$$

dans laquelle A représente le nombre de cm³ de liqueur alcaline ajoutés pour avoir le virage d'un réactif hypothétique que nous ne possédons pas.

Dans la pratique, nous évaluerons cette acidité totale A_t en

$$PO^4H^3 = 98 = 3 \times C.$$

On a alors : $A_t = A \times 3C$, ou

$$A_t = a + 2Pm + Pb.$$

En résumé : pour avoir l'*acidité totale* de l'urine en PO^4H^3, il faut :

1° Doser la quantité P*m* d'acide PO^4H^3 combiné à l'état monométallique;

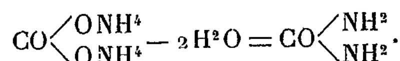
2° Calculer les phosphates bimétallique P*b* en retranchant P*m* de l'acide phosphorique total P;

3° Titrer le groupe (*a*) à l'aide de la phénolphtaléine.

Cette formule, où entrent tous les facteurs acides de l'urine, exprime bien la *valeur chimique et biologique de l'acidité de cette humeur.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèses de l'urée par oxydation de l'ammoniac et des hydrates de carbone, de la glycérine ou de l'aldéhyde formique.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. Emile Roux.

Selon les théories actuelles, la formation de l'urée dans l'organisme serait due à une diastase, qui déshydraterait le carbonate d'ammoniac, produit ultime des combustions, caustique et toxique, afin de le métamorphoser en un corps neutre et inoffensif, l'urée :



$$CO\left\langle\begin{matrix}ONH^4\\ONH^4\end{matrix}\right. - 2H^2O = CO\left\langle\begin{matrix}NH^2\\NH^2\end{matrix}\right..$$

L'uréogenèse s'accomplirait donc dans un *but de défense antitoxique*, en vertu d'une *réaction anaérobie* et grâce à de mystérieux agents dont *la vie aurait le privilège*.

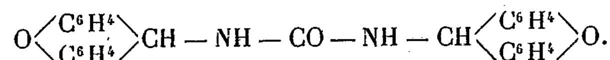
Il est facile de démontrer que l'urée prend naissance par *processus d'oxydation*, à *l'abri de toute intervention vitale* et en *quantité notable* quand on *oxyde énergiquement*, en présence d'ammoniac, ceux des aliments que nous consumons le plus abondamment, *les hydrates de carbone*.

Formation de l'urée par oxydation du glucose en présence de son poids d'ammoniac.

Dans une fiole contenant : glucose pur 1g; ammoniac à l'état de sulfate 0g,98; eau 20cm³, sont introduits, par petites portions et en agitant, 9g de permanganate de potassium pulvérisé (durée de cette partie de l'expérience : 1 heure environ). Le vase, muni d'un tube réfrigérant, est placé ensuite au bain-marie à 50°-60°, jusqu'à *destruction complète* du réactif oxydant. Ce résultat étant atteint (4 heures environ), le mélange, préalablement refroidi, est traité par 30cm³ d'acide acétique, puis essoré. Après lavage de la fiole et du précipité à l'aide de 20cm³ du même liquide, le filtratum incolore, passé à travers un filtre à sulfate de baryum, reçoit 20cm³ de solution alcoolique de xanthydrol à $\frac{1}{10}$.

Le précipité formé (sulfate de potassium et uréine) est essoré après 12 heures, lavé à l'alcool, à l'eau chaude, séché et pesé.

L'analyse identifie ce corps à l'urée dixanthylée :



$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O.$$

D'après le poids d'uréine (0g, 5135) le rendement en urée dans les con-

ditions de l'expérience atteint *atteint* $7^g,33$ *pour* 100^g *du glucose et* $7^g,78$ *pour* 100^g *de l'ammoniac mis en réaction.*

L'oxydation dans les mêmes circonstances de 1^g de glucose en présence de $0^g,49$ d'ammoniac à l'état de sulfate a produit $0^g,309$ d'urée dixanthylée. D'où un rendement en urée de $4^g,41$ *pour* 100^g *de glucose et de* 9^g *pour* 100^g *d'ammoniac.*

Formation de l'urée par oxydation du glucose en présence d'une faible quantité d'ammoniac.

Cette expérience, dont la durée n'atteint pas 10 minutes, peut être aisément répétée dans un cours. Dans un tube à essais contenant $0^g,7$ de MnO^4K pulvérisé, on laisse écouler 3^{cm^3} d'une liqueur titrée renfermant : glucose $0^g,10$, ammoniac $0^g,024$. Le mélange, fortement agité, s'échauffe et se solidifie en une masse brune. Après addition de 2^{cm^3} d'eau, ébullition (quelques secondes) jusqu'à décoloration complète, on essore sur entonnoir à succion et on lave le dépôt à l'aide de 2^{cm^3} d'eau. Du filtrat, traité par 4^{cm^3} d'acide acétique cristallisé et 1^{cm^3} de liqueur alcoolique de xanthydrol à $\frac{1}{20}$, se séparent en moins de 2 minutes des flocons blancs d'uréine cristallisée.

Le *lévulose*, le *saccharose*, la *dextrine*, l'*inuline*, l'*amidon* oxydés au contact de l'ammoniac conduisent également à l'urée.

L'oxydation ammoniacale de la *glycérine* et de l'*aldéhyde formique* (polyoxyméthylène) constitue encore deux sources d'urée d'un certain intérêt biologique.

L'urée a été obtenue par Hofmeister en traitant par MnO^4K les acides aminés et quelques substances non azotées, en présence d'ammoniac, étrangères à l'économie ou ne s'y rencontrant qu'en faible quantité. Dans ses expériences, dont les conditions différaient des nôtres, ce savant a constaté que le *glucose*, la *glycérine*, l'*aldéhyde formique* ne donnent *pas trace d'urée* (1).

En résumé, tandis que la doctrine régnante attribue la formation de l'urée, *in vivo*, à une cause diastasique, étroitement liée à la vie, l'expérience établit que l'urée se produit aisément et abondamment, *in vitro*, dans l'oxydation ammoniacale des hydrates de carbone : glucose, lévulose, saccharose, dextrine, inuline, amidon.

De là découle la possibilité d'une importante relation insoupçonnée entre la glycogenèse et l'uréogenèse.

L'urée se forme, en outre, par oxydation, en milieu ammoniacal, de la

(1) *Archiv für experimentelle Pathologie*, t. XXXVII, 1896, p. 426.

glycérine, constituant des matières grasses, et de l'aldéhyde formique, génératrice probable des hydrates de carbone chez les végétaux, d'après la théorie de Baeyer et les synthèses d'Émil Fischer.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence et la répartition du manganèse dans les organes des animaux.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **F. Medigreceanu**, présentée par M. E. Roux.

Les expériences que nous avons publiées récemment sur la présence du manganèse dans le sang de l'homme et des animaux supérieurs (¹) nous ont conduits à examiner, à l'aide de la même méthode et avec les mêmes précautions, les organes d'un certain nombre d'animaux, pour savoir si le manganèse est un élément normal de l'organisme et comment il se répartit.

Nos déterminations ont porté sur le Chien, le Sanglier, le Bœuf, le Mouton, le Cheval, le Lapin, le Cobaye, le Phoque et le Dauphin, parmi les Mammifères; la Poule et le Canard, parmi les Oiseaux; la Baudroie, le Hareng, le Squale et une espèce de *Centrophorus*, parmi les Poissons.

Nous avons opéré séparément sur les organes digestifs : la langue, l'œsophage, l'estomac, l'intestin, le foie et le pancréas; sur les organes respiratoires : le larynx et les poumons; sur les organes génitaux-urinaires : l'utérus, les ovaires, les testicules et les reins; sur les glandes à sécrétion interne : la thyroïde, le thymus, les surrénales et l'hypophyse; sur le tissu musculaire : le cœur, les muscles du tronc et des membres; sur le tissu nerveux : l'encéphale et la moelle épinière; sur le tissu osseux : les os et la moelle osseuse; sur la peau et les phanères : les poils, les plumes et les dents; sur le tissu adipeux; sur les yeux; enfin, sur la bile, le lait et les œufs (²).

Les principaux résultats, obtenus dans plus de 150 déterminations quantitatives, peuvent être groupés et énoncés dans les propositions suivantes :

1° A l'exception du blanc de l'œuf des Oiseaux, nous avons trouvé le manganèse dans tous les organes et dans tous les produits animaux que nous avons examinés (en général quelques centièmes ou dixièmes de milligramme pour 100^g de substance fraîche);

2° Pour un même organe appartenant à une même espèce, les variations de la teneur en manganèse ne sont pas considérables quand on passe d'un individu à un autre. Ainsi, chez le Lapin, 100^g d'organes frais ont donné les quantités suivantes de manganèse :

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 941.
(²) Pour tous les détails, *voir* le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

	Foie.	Reins.	Intestin.	Muscles.
	mg	mg	mg	mg
1er Lapin	0,351 (1)	0,101	0,033	< 0,005
2e Lapin	0,268	0,090	0,030	< 0,005
3e Lapin	0,237	0,087	0,050	< 0,005

Certains, sinon la plupart des organes ou des produits animaux provenant d'espèces différentes d'une même classe (Mammifères, Oiseaux ou Poissons) offrent des teneurs en manganèse remarquablement voisines, mais différentes d'une classe à l'autre. Par exemple, 100g de substances fraîches ont donné en manganèse:

	Foie.	Reins.	Poumons.	Œufs (jaune).
	mg	mg	mg	mg
Chien	0,306	0,106	0,010	»
Bœuf	0,298	0,084	»	»
Veau	0,290	0,063	0,011	»
Porc	0,265	0,128	0,023	»
Porc	0,317	0,109	»	»
Cheval	0,280	0,077	0,006	»
Lapin	0,285 moy.	0,093 moy.	0,010	»
Poule	0,416	0,217	»	0,063
Canard	0,380	0,238	»	0,054
Baudroie	0,040	»	»	»
Squale	0,089	»	»	»

3° Parmi les organes ou tissus dont l'importance fonctionnelle est principale, nous avons trouvé la plus haute teneur en manganèse dans l'utérus des Oiseaux (0mg,786 à 2mg,201 pour 100g). Sont venus ensuite: le foie (0,265 à 0,416), puis les reins (0,063 à 0,238). Chez les Oiseaux, les organes sont plus riches que chez les Mammifères. Nous avons rencontré les teneurs les plus faibles dans le tissu musculaire (0,005 à 0,018), dans le tissu nerveux (0,009 à 0,036) et dans les poumons (0,006 à 0,023).

Il est à noter, à propos de ces tissus, que la substance grise (du cerveau de Bœuf) est beaucoup plus riche (0,022) que la blanche (moins de 0,005); que le cœur et le muscle de la langue sont plus riches que les muscles du tronc et des membres.

Parmi les organes ou tissus d'importance fonctionnelle secondaire ou passifs, les phanères : poils, plumes et ongles, se font remarquer par une teneur relativement très élevée en manganèse (0,111 à 3,214).

Enfin, en ce qui concerne certaines productions animales, nous avons

(1) Déterminées à 10 pour 100 près environ.

surtout à faire observer que le lait est très pauvre en manganèse, bien qu'il semble un peu plus riche que le sang et, d'autre part, que le blanc de l'œuf (chez la Poule et chez le Canard) renferme si peu de métal que nous n'avons pas réussi à le mettre en évidence (moins de $0^{mg},002$ dans 100^{g}). C'est donc dans le jaune que se trouve accumulée la provision de manganèse nécessaire aux premiers stades du développement de l'Oiseau.

La généralité des physiologistes ont admis et tendent encore à admettre que les traces de manganèse, signalées çà et là dans l'organisme animal par certains observateurs, sont purement accidentelles et sans conséquence physiologique. Il semble, au contraire, à la suite des résultats que nous venons de présenter, que l'existence constante et la répartition remarquable du manganèse dans les organes soient plutôt de nature à faire attribuer à ce métal une place importante à côté des autres éléments catalytiques de la matière vivante.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de l'Ordovicien à* Trinucleus *et du Dinantien dans le Nord-Annam et sur la géologie générale de cette région.* Note de M. **J. Deprat**, présentée par M. H. Douvillé.

Dans un voyage effectué tout récemment dans le Nord-Annam, dans la région comprise entre Vinh et Dong-Hoi, j'ai pu faire des observations nouvelles et très importantes parmi lesquelles j'insisterai avant tout sur la découverte de l'Ordovicien à *Trinucleus* et du Dinantien.

I. J'ai découvert l'Ordovicien à *Trinucleus* près de Ben-Thuy au Nui-Nga-Ma dans un quartzite gris clair ou jaunâtre très dur où j'ai recueilli de beaux Trilobites bien conservés : *Trinucleus ornatus* Barr., *Dalmanites* encore indéterminé rappelant *Dalm. caudata*. *Trinucleus ornatus* appartient à l'étage d_3 de Bohême. Or je rappellerai que j'ai trouvé au Yun-nan des couches à *Dionide formosa* Barr. du même horizon, espèce associée en Bohême à *Tr. ornatus*. Il est du plus haut intérêt de retrouver, à la fois, en Annam et au Yun-nan ce niveau qu'on rencontrera, sans nul doute maintenant, au Tonkin et au Laos. Ces quartzites à *Trinucleus* font partie de la série stratigraphique suivante :

5. Poudingues triasiques transgressifs.
4. Quartzites à *Trinucleus ornatus*, *Dalmanites* aff. *caudata*.
3. Quartzites sans fossiles.

2. Cornéennes noires à andalousite.
1. Granite porphyroïde.

II. J'ai découvert le DINANTIEN près de Bai Duc dans le Phuc-Trach. Il est formé par une puissante série de schistes marneux riches en individus de *Phillipsia* d'espèces différentes, qui seront prochainement décrits par M. Mansuy, avec *Productus* écrasés du groupe de *P. undatus* et de nombreux *Poteriocrinus* qui remplissent le schiste; ce beau gisement sera ultérieurement prospecté d'une façon complète pour l'étude détaillée de la faune. Le Dinantien est recouvert transgressivement en ce point par des calcaires à Fusulines; l'ensemble est plissé en un synclinal à charnière très aiguë. Entre Minh-Cam et le col de Khé-Net une longue amygdale granitique monte dans ces schistes dinantiens en les métamorphisant, mais ne touche pas aux calcaires ouraliens. La mise en place des granites indochinois s'est donc effectuée au plus tard à la fin du Dinantien, mais n'a pas atteint l'Ouralien.

III. Le DÉVONIEN SUPÉRIEUR paraît largement représenté dans la partie sud-ouest de la feuille de Roon d'où mon collaborateur et ami, le lieutenant Laval, du Service géographique, m'a rapporté une belle faune que M. Mansuy étudie en ce moment : les formes représentées sont surtout des *Cyathophyllum*, *Michelinia*, *Heliolites*, *Favosites*, *Thecostegites*, *Nucleosp. takwanensis*, *Atrypa desquamata*, *Athyris* n. sp.

IV. OURALIEN. — J'ai reconnu dans ma dernière exploration les calcaires à *Schwagerina princeps* Ehrb. entre Minh-Cam et Phuc-trach; j'ai déterminé des calcaires à *Fusulina alpina* Schellw. du Quangtri, retrouvant ainsi en Annam l'horizon à Fusulines des Alpes carniques que j'ai déjà reconnu au Yun-nan et au Tonkin. Je développerai tous ces faits ultérieurement.

L'Ouralien calcaire est, comme je l'ai constaté dans le Huong-Khé et sur la feuille de Roon, directement transgressif sur des termes paléozoïques plus anciens que lui et très divers. Ainsi dans le Huong-Khé la transgression ouralienne s'effectue sur les schistes marneux à *Phillipsia* dinantiens, tandis que dans la partie sud-ouest de la feuille de Roon les calcaires ouraliens reposent directement sur le Dévonien supérieur. La transgression ouralienne s'étend donc nettement sur une région anciennement plissée et démantelée ensuite par une érosion puissante antéouralienne.

V. Le Trias inférieur est nettement transgressif sur tout le Primaire. J'ai trouvé un énorme niveau de poudingues, épais parfois de 30^m à 40^m, par lequel débute sa puissante masse détritique, tantôt reposant sur les quartzites ordoviciens à *Trinucleus* (Nui-Nga-Ma), tantôt sur le granite même comme près de Ky-Anh (province d'Ha-tinh), tantôt sur l'Ouralien comme dans la coupe si nette qu'on peut relever au bord de la route entre Minh-Cam et Ha-Long et où il contient d'innombrables galets de calcaire à Fusulines, tandis qu'à Ky-Anh il est rempli de galets du granite qu'il recouvre. J'ai constaté ainsi une fois de plus l'antériorité formelle et indiscutable des granites au terrain secondaire et même à l'Ouralien, comme je l'indique plus haut.

VI. Tectonique. — Dans toute la région comprise entre Vinh et Dong-Hoi, je signalerai simplement que les axes des plis sont nettement orientés NO.-SE. et forment de longs plissements étroits, à charnières aiguës; tel le long synclinal qui s'étend sur une longueur de 80^{km}, de Phuc-trach à Minh-Cam, et dont l'axe est occupé par les calcaires ouraliens. Il y a au moins deux âges de plissements différents, l'un ouralien, l'autre tertiaire, mais dont les effets se sont superposés.

J'ajouterai que le terrain très dénudé du Nord-Annam se prête admirablement aux observations géologiques très précises.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'influence possible des radiations solaires sur la propagation des ondes hertziennes.* Note (1) de M. **E. Rothé**, présentée par M. E. Bouty.

On sait que l'intensité de la réception des radiotélégrammes est notablement plus grande pendant la nuit que pendant le jour; elle varie fréquemment du simple au double entre la matinée et le milieu de la nuit. On attribue en général cette différence à l'action des rayons solaires : on observe d'ailleurs des perturbations au voisinage du lever et du coucher du soleil. Mais il est certain que les conditions atmosphériques ont aussi une importance considérable au point de vue de l'intensité de la réception. J'ai pensé qu'il serait intéressant de profiter de l'éclipse du 17 avril pour essayer de reconnaître la part du soleil dans les variations observées.

(1) Présentée dans la séance du 6 mai 1912.

M. le commandant Ferrié, à qui j'ai fait part de mon projet, a bien voulu s'y associer et permettre aux physiciens de faire pendant plusieurs semaines des expériences d'essais, en vérifiant lui-même les intensités dans l'antenne et les énergies des émissions. C'est seulement grâce à sa savante collaboration et à son inlassable complaisance que des observations ont pu être tentées le 17 avril dernier. Les essais des 4, 11, 18, 25 mars et 1er avril ont permis de choisir parmi les différentes émissions de la tour Eiffel celle qui conviendrait le mieux pour les comparaisons du jour et de nuit.

Différents modes d'émissions ont été étudiés : tops d'étincelles uniques pour mesures au galvanomètre balistique, traits pour mesures au bolomètre ou thermogalvanomètre, signaux quelconques pour mesures au téléphone shunté. A Nancy, la réception a été faite au thermogalvanomètre installé de manière à éviter toutes les perturbations thermiques.

Le jeudi 4 avril, des transmissions ont été faites toutes les 2 heures entre 6^h et 24^h.

Elles ont donné les résultats suivants :

6^h	8^h	10^h	12^h	14^h	16^h	18^h	20^h	22^h	24^h
(Brume épaisse).	Brume.								
38^{mm}	36	41	45	48	44	44	»	62	69

L'intensité a crû régulièrement jusqu'à minuit avec un maximum peu accentué vers 14^h.

Les lundi 15, mardi 16, mercredi 18 à $10^h 40^m$, j'ai trouvé des déviations constantes de 35^{mm} à 36^{mm}, comme le jour de l'éclipse à la même heure.

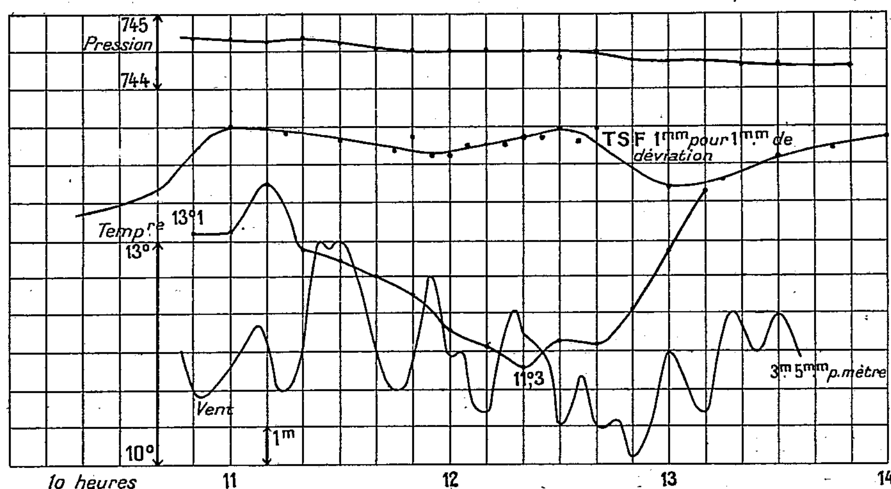
Éclipse du 17 avril.

Heure..............	8,40	10,40	11	11,15	11,30	11,45	11,50	11,55
Déviation moyenne...	41	36	45	44,5	43,5	42	44	41,5
Heure..............	12	12,5	12,10	12,15	12,20	12,25	12,30	12,35
Déviation moyenne...	41,5	43	43	43	44	44	45	43
Heure..............	12,40	13	13,15	13,30	13,45	14	14,40	»
Déviation moyenne...	45	37	37,5	41	42	44	41	»

Dans tous les essais préliminaires et dans les mesures définitives, il a été tenu compte des données météorologiques à Paris et à Nancy. Le jour de l'éclipse, le ciel est resté absolument bleu pendant toute la durée du phénomène. Un seul nuage s'est formé devant le Soleil entre $11^h 20^m$ et $11^h 25^m$.

Des préparateurs et étudiants de l'Institut de Physique ont observé simultanément les variations de température, pression, état hygrométrique, vent, magnétisme, radiation solaire, intensité de la lumière, etc. L'abaissement de

température a atteint 2°,5. Il n'y a pas eu de dépôt appréciable de rosée. La pression enregistrée par le baromètre de gravité Richard (20^{mm} par millimètre de mercure) a fourni une courbe qui ne se distinguait en rien de celle des jours précédents et suivants. Mais le vent, qui soufflait du Sud-Est a varié notablement ; on a enregistré à $11^h 30^m$ des coups de vent de 6^m à la



seconde qui sont allés en décroissant jusqu'à $12^h 50^m$ pour croître de nouveau jusqu'à la valeur $3^m 50$ vers $13^h 30^m$.

L'aspect des courbes ci-dessus montre une corrélation entre l'éclipse, l'abaissement de température, les coups de vent qui en résultent et aussi l'intensité de réception des signaux FL. Il y a eu pendant l'éclipse une augmentation dans l'intensité de la réception.

Cette augmentation doit-elle être attribuée à l'influence directe des rayons solaires ou aux variations atmosphériques corrélatives du phénomène ? C'est ce qu'une étude approfondie des résultats obtenus dans les diverses stations, des heures auxquelles l'augmentation s'est produite aux différents postes, pourra seule mettre en évidence.

Les détails des expériences et les tableaux complets de mes mesures ont été communiqués par M. le commandant Ferrié à MM. les Membres du Bureau des Longitudes, le lendemain de l'éclipse.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de l'éclipse du Soleil du 17 avril 1912 sur la propagation des ondes électriques.* Note (¹) de M. **Albert Turpain.**

Grâce à l'amabilité de M. le commandant Ferrié j'ai appris que le poste radiotélégraphique de la tour Eiffel devait effectuer des émissions destinées à étudier l'influence de la lumière sur la propagation des ondes électriques. Ces émissions ont été faites pendant une période préparatoire destinée aux essais des méthodes, du 25 mars au 3 avril.

Les émissions d'ondes du jeudi 4 avril (*émissions de dix secondes de durée toutes les dix secondes*) faites pendant 2 minutes toutes les 2 heures, de 6^h du matin à minuit, et les émissions semblables faites les 16 et 15 avril à 10^h40 du matin et le jour de l'éclipse (17 avril) de 8^h40 à 14^h40 (8^h40, 10^h40, 11^h, 11^h15, 11^h30, 11^h45, 11^h50, 12^h, 12^h05, 12^h10, 12^h15, 12^h20, 12^h25, 12^h30, 12^h35, 12^h40, 13^h, 13^h15, 13^h30, 13^h45, 14^h et 14^h40) ont été utilisées pour les mesures définitives.

Particulièrement bien outillé pour la mesure des réceptions d'ondes et habitué dès longtemps à ces mesures, puisque je fus un des premiers à répéter en France les expériences de Hertz et que, naguère, j'ai effectué les *premiers essais* de télégraphie sans fil (octobre à décembre 1894 : réception au téléphone d'ondes électriques rythmées envoyées à travers quatre murs à 25^m de distance dans les caves de la Faculté des Sciences de Bordeaux), je décidai de mettre à profit la proximité de mon laboratoire et de la bande probable de totalité de l'éclipse pour effectuer tout un ensemble de mesures.

Ce sont ces mesures dont j'ai l'honneur de soumettre le résultat à l'Académie.

Les postes de réception furent Mauroc (Université de Poitiers) à Saint-Benoît (Vienne), antenne de 22^m de hauteur et de $148^m,50$ de longueur; Poitiers (Faculté des Sciences), antenne de $23^m,50$ de hauteur et de 125^m de longueur; Saumur (Maine-et-Loire), le Château, antenne de $27^m,50$ de hauteur et 90^m de longueur.

Chacun de ces trois postes a été muni d'un dispositif dont le schéma est donné par la figure 1 et qui permet aisément, par la seule manœuvre des ponts α et β, de substituer en un instant à la réception faite au moyen d'un détecteur à cristal, celle faite au moyen d'un électrolytique. Avec le détecteur à cristal on pouvait également, en

(¹) Reçue dans la séance du 6 mai 1912.

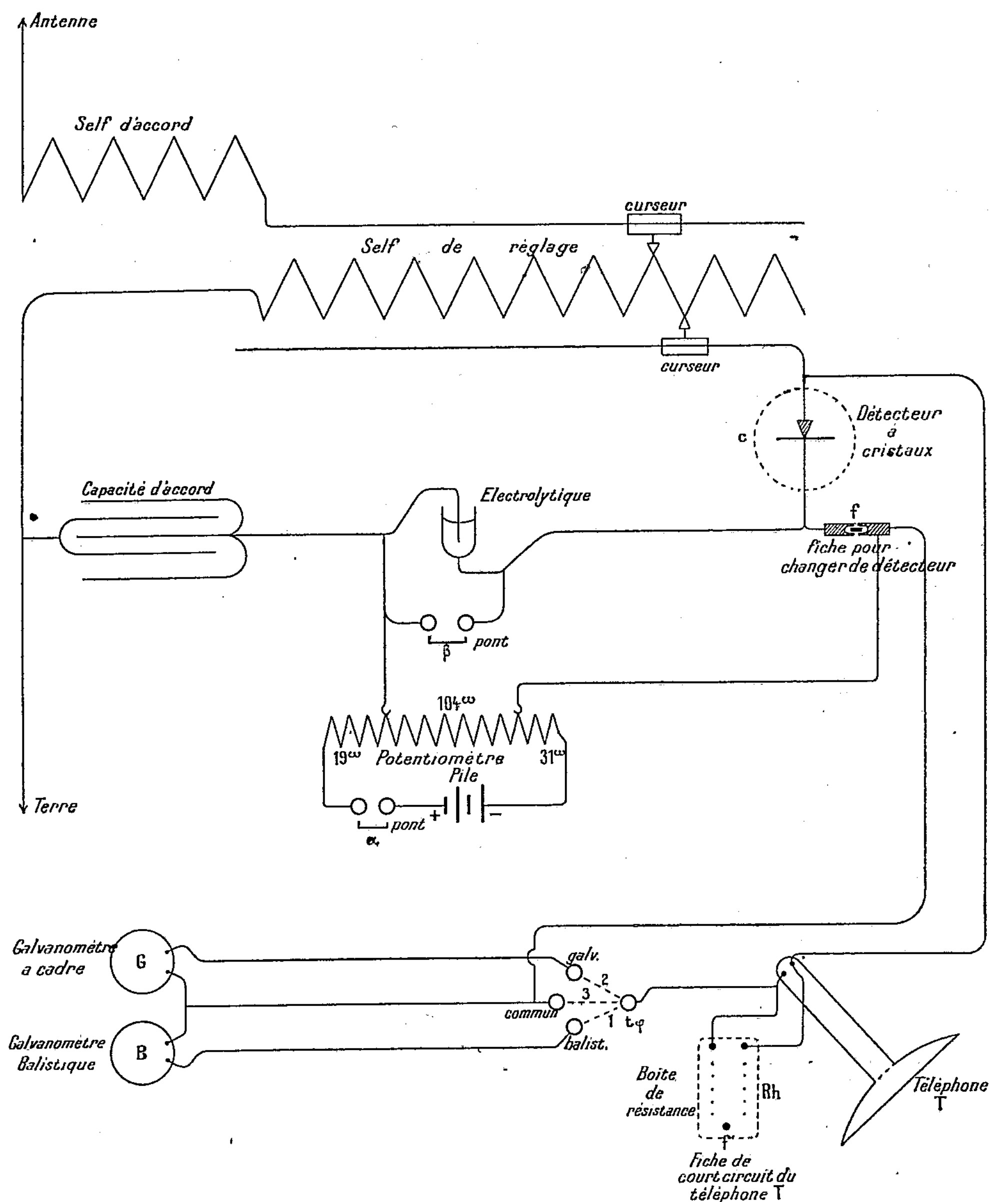


Fig. 1. — Dispositif pour étudier l'influence de l'éclipse sur la propagation des ondes électriques (Saumur, Saint-Benoît, Poitiers). Passage du cristal à l'électrolytique : courcircuiter le cristal au moyen du couvercle *c*. Enlever *f*; enlever le pont β; mettre le pont α. Faire les opérations en sens inverse pour reprendre le cristal. La fiche *f'* étant enlevée et le pont de *t*φ étant { en 1 / en 2 } la réception des ondes écoutées au téléphone T fait dévier le galvanomètre { balistique B. / à cadre G. }. Le même pont, mis en 3, supprime les galvanomètres et permet d'appliquer la méthode du téléphone shunté.

moins d'une seconde, par la manœuvre d'un pont placé en $t\ \varphi$, soit en 1, soit en 2, soit en 3, intercaler dans le circuit du récepteur téléphonique soit un galvanomètre balistique (pont 1), soit un galvanomètre ordinaire extrasensible (pont 2), soit shunter ledit téléphone par une boîte de résistance Rh.

On pouvait donc aisément mesurer l'énergie reçue soit par la méthode du téléphone shunté avec le détecteur à cristal ou bien avec le détecteur électrolytique, soit en évaluant les impulsions données à l'aiguille du galvanomètre ordinaire G ou balistique B en même temps qu'on écoutait au téléphone les émissions dont l'arrivée déviait l'équipage galvanométrique. Cette précaution permit de faire aisément et à coup sûr le départ entre les impulsions qui devaient être attribuées à l'énergie venant seulement

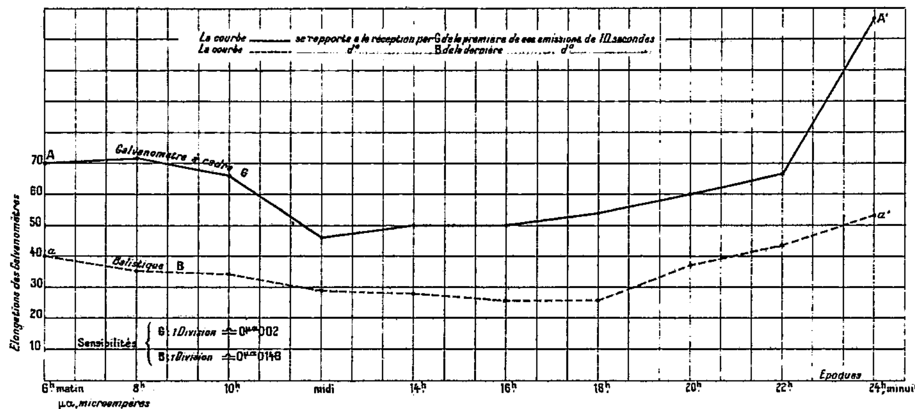


Fig. 2. — Mesures du jeudi 4 avril 1912. Émissions de 10 secondes toutes les 10 secondes faites pendant 2 minutes toutes les 2 heures de 6^h du matin à minuit.

de la tour Eiffel et celles qui, occasionnellement, pouvaient, simultanément reçues par l'antenne, provenir de nuages voisins.

Au cours des mesures définitives la méthode du téléphone shunté fut définitivement écartée comme n'étant pas suffisamment précise et comme n'offrant pas de sécurité. Il nous parut impossible, à mes collaborateurs et à moi-même, de déterminer avec exactitude les conditions pour lesquelles l'oreille cessait d'entendre les émissions.

Les courbes des figures 2 et 3 résument les mesures faites à Saint-Benoît, à Poitiers et à Saumur lors de l'éclipse.

La figure 2 est une courbe résumant les mesures qui furent faites à Poitiers le jeudi 4 avril 1912, de 6^h du matin à minuit. La courbe en traits continus se rapporte aux élongations du galvanomètre ordinaire G, ces élongations étant pour chaque époque celle due à la première émission de 10 secondes faite au cours des deux minutes, l'équipage galvanométrique partant du zéro. La courbe en traits discontinus se rapporte aux élonga-

tions du galvanomètre balistique B, ces élongations étant pour chaque époque celle due à la dernière émission de 10 secondes faite par la tour Eiffel au cours des deux minutes toutes les deux heures.

Les autres émissions ont donné lieu à des élongations mesurées au galvanomètre G que nous donnerons dans un Mémoire plus détaillé.

La figure 3 résume toutes les mesures qui furent faites simultanément aux trois postes; Saint-Benoît, Poitiers et Saumur (le jour de l'éclipse). Les

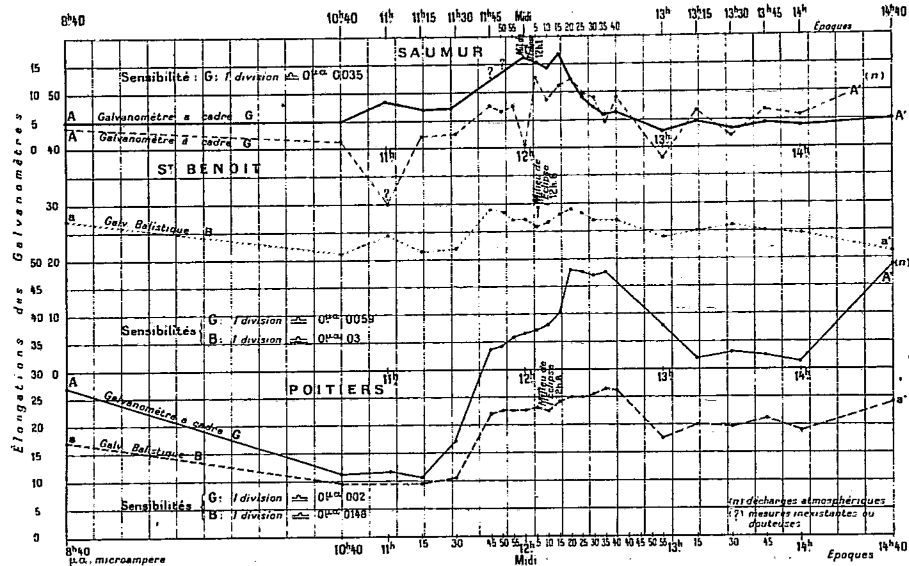


Fig. 3. — Mesures du jour de l'éclipse (17 avril 1912) faites à Poitiers, à Saint-Benoît et à Saumur. Émissions de 10 secondes toutes les 10 secondes pendant 2 minutes aux époques indiquées en abscisses.

Les courbes { Poitiers, Saint-Benoît, Saumur } se rapportent aux élongations de { G lors de la première / B lors de la dernière } émission de 10 secondes.

courbes en traits continus se rapportent aux mesures faites au galvanomètre ordinaire (première émission); les courbes en traits discontinus, aux mesures faites au galvanomètre balistique B (dernière émission).

Pour Saumur, les mesures n'ont été faites qu'au galvanomètre ordinaire G.

La comparaison des trois groupes de courbes de la figure 3 (jour de l'éclipse) et des courbes de la figure 2 (jeudi 4 avril) met en évidence d'une manière indéniable l'influence très nette de l'éclipse sur la propagation des ondes.

Le maximum de l'éclipse à Poitiers et à Saint-Benoît a été observé à midi 6^{m}, l'éclipse y fut partielle. A Saumur, ce maximum a été observé avec beaucoup de soin de la terrasse même du château par M. Rivault, instituteur, et par Mlle Peton, licenciée ès lettres, ces deux observateurs étant munis de montres réglées par l'envoi des signaux de l'heure de la tour Eiffel. L'éclipse observée fut *cylindrique*, la quasi-égalité des diamètres apparents de la Lune et du Soleil fit que, à midi 1^{m}, le fuseau visible du Soleil disparut brusquement du bord est et réapparut vers le bord ouest comme par un mouvement de déclic qui arracha une exclamation d'étonnement à tous les spectateurs attentifs au phénomène.

La courbe relative à Saumur (*fig.* 3, courbe CC′) indique que le maximum d'énergie reçue coïncide, à quelques minutes près, avec le maximum d'obscurité.

Les courbes relatives à Poitiers et à Saint-Benoît, tant celle *aa′* relevée avec le galvanomètre B que celle AA′ relevée avec le galvanomètre G, indiquent un maximum d'énergie reçue situé à peu près 30^{m} en retard sur le maximum de clarté. Doit-on reporter ce retard à un effet d'ionisation de l'air? Il serait, me semble-t-il, désirable qu'on eût fait concurremment à ces mesures des déterminations susceptibles de renseigner sur l'ionisation de l'air.

SISMOLOGIE. — *Sur la non-existence des courbes isoséistes.* Note (1) de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Barrois.

Quand on se reporte aux monographies des grands tremblements de terre, on est impressionné par la belle ordonnance des courbes isoséistes qui sont censées délimiter sur le terrain les zones correspondant aux intensités décroissantes du phénomène à partir de la région épicentrale et l'on se figure avoir devant les yeux la fidèle représentation des faits. Le désastre du Chili, du 16 août 1906, nous a donné l'occasion de nous rendre compte de ce qu'il en est exactement. Après l'événement, le gouvernement de ce pays fit évaluer par un grand nombre d'architectes et d'ingénieurs le montant des dommages soufferts aux édifices publics, et comme les plus petits villages ont au moins une église, une école, un télégraphe et une maison

(1) Présentée dans la séance du 20 mai 1912.

de poste, il est résulté de cette enquête le moyen de calculer, d'après l'échelle Mercalli, le degré d'intensité atteint dans un très grand nombre de localités. La zone de dégâts s'est étendue sur 775^{km} du Nord au Sud, entre La Serena et La Concepción, et celle de grande destruction sur 275^{km}, entre Cabildo et Curicò. Mais, quand on veut tracer les isoséistes sur une carte d'échelle suffisante, on se heurte à une impossibilité, tant les degrés différents de trois et même quatre unités s'enchevêtrent d'inextricable façon. Tout au plus peut-on tracer une surface topographique dont les creux et les sommets ne représentent plus rien de lisible.

Or le tracé des isoséistes répond à des besoins multiples : par la délimitation de la zone d'intensité maxima, on peut espérer découvrir la cause tectonique du tremblement de terre ; les autres isoséistes servent à résoudre les problèmes de propagation et à délimiter sur la surface du pays les régions où s'imposent les précautions architectoniques spéciales aux pays instables. Toutes ces questions restent sans solution précise, une surface topographique compliquée ne pouvant y aider en rien.

C'est qu'en fait la détermination de l'intensité dépend d'éléments contradictoires dont il est impossible de démêler pratiquement l'influence respective : la distance au foyer, le plus ou moins de cohérence du terrain, la construction plus ou moins soignée des édifices.

Il faut donc se résoudre à renoncer au tracé des isoséistes, qui ont eu le grave défaut de conduire à des conceptions fausses, celle des tremblements de terre à épicentres multiples, par exemple, et aux déductions théoriques qui en ont été déduites. Bien des calculs de profondeur de foyer par la méthode Dutton-Hayden et de vitesses de propagation deviennent illusoires. C'est ce qu'ont bien compris P. Choffat et Bensaude (1) pour le tremblement de terre portugais du Ribatejo du 23 avril 1909, quand ils se sont contentés de dessiner, sur la carte de ce pays, des plages de surface réduite, définies par les divers degrés d'intensité (2). Il faut se rendre à l'évidence et cesser de se donner le travail pénible de tracer des courbes qui ne représentent qu'une très grossière approximation et, dans ces conditions, ne peuvent pas rendre plus de services que les courbes d'égale fréquence, dont nous avons montré l'inutilité et la non-existence, il y a déjà longtemps (2); elles conduisaient aussi à la construction d'une surface

(1) Commission géologique du Portugal. *Étude sur le séisme du Ribatejo* du 23 avril 1909. Lisbonne, 1911.

(2) *Comptes rendus*, t. 133, 1901, p. 455.

topographique illisible et, depuis cette époque, les sismologues y ont définitivement renoncé, comme aux coséistes et aux courbes épifocales.

La séance est levée à 4 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 mai 1912.

Statistique générale de la France. Annuaire statistique, 33e Volume, 1910, publié par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie malgache, fondé le 23 janvier 1902, à Tananarive, par M. le Gouverneur général Gallieni; t. IX, année 1911. Tananarive, Imprimerie officielle de la Colonie, 1912; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Société météorologique de France; Revue mensuelle, publiée sous la direction de M. Ch. Goutereau; janvier-février 1912, 60e année. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3e série, t. XLVIII, année 1911. Troyes, Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

Parachute tubulaire automatique, à tube rentrant et à sifflet d'alarme, par Alcime Lefèvre. Le Cateau (Nord), imp. E. Roland et Delcroix, s. d.; 1 feuille in-4°.

Remarques sur les compléments de la démonstration du théorème de Fermat, par V. Ducla. (Extr. du *Bulletin de la Société des Sciences, Lettres et Arts de Pau ;* t. XXXIX.) Pau, Léon Ribaud, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Beweis der Richtigkeit des grossen Fermatschen Satzes; nebst Anhang, von J.-Georg Schaller. Grabow, chez l'auteur, s. d.; 1 fasc. in-8°.

La trisezione del angolo, per Pasquale Schipa. Matino, 1912; 1 fasc. in-8°.

Soren Hjorth, inventor of the dynamo-electric principle, by Sigurd Smith. Copenhague, J. Jorgensen et Cie, 1912; 1 fasc. in-8°.

L'evoluzione minerale, per Leonardo Ricciardi. Naples, Francesco Giannini et fils, 1912; 1 fasc. in-8°.

The fauna of Rancho La Brea; part I: *Occurence*, by John-C. Merriam. (*Memoirs of the University of California;* t. I, n° 2.) Berkeley, 1911; 1 fasc. in-4°.

An investigation of the spectra of iron and titanium under moderate pressures, by HENRI-G. GALE and WALTER-S. ADAMS. (*Contribution from the Mount Wilson Solar Observatory*; n° 58.) Carnegie Institution of Washington, 1912; 1 fasc. in-8.

Boletin del Observatorio astronomico nacional, numero I. Mexico, 1912, 1 fasc. in-4°.

Aktinometrie der Sterne der B. D. bis zur Grösse 7,5 in der Zone 0° bis + 20° Deklination, herausgegeb. v. K. SCHWARZSCHILD; *Teil B;* mit 3 Figuren in Text. Berlin, Weidmann, 1912; 1 fasc. in-4°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien-Hercegovina, im Jahre 1910. Sarajevo, 1911; 1 vol. in-4°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac, for the year 1914. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Report of the Commissioner of Fisheries for the fiscal year 1910, *and special papers*. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Progress of the tide in deep inlets and ordinary estuaries, by W. BELL DAWSON. Ottawa, 1912; 1 fasc. in-8°.

Report on the progress of Agriculture in India, for 1910-1911. Calcutta, 1912; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 mai 1912.)

Note de M. *E. Rabioulle*, La latitude de l'Observatoire de Toulouse :

Page 1208, ligne 12, *au lieu de* 43'',5, *lire* 44'',5.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :
Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Germain et Grassin. Gastineau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Régnier.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. F. Robert. Oblin. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambery	Perrin.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Juliot. Bouy.
Dijon	Nourry. Ratel. Rey.
Douai	Lauverjat. Degez.
Grenoble	Drevet. Gratier et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Thorez. Quarré.
Lorient	Baumal. Mme Texier.
Lyon	Bernoux et Cumin. Georg. Effantin. Savy. Vitte.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet et fils.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Jacques. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Guist'hau. Veloppé.
Nice	Barma. Appy.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Girard (Mlles).
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Ponteil-Burles. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Beck.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Dames. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Mayolez et Audiarte. Lebègue et Cie.
Bucharest	Sotchek et Ce. Alcalay.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople.	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot et Cie.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Kœhler. Lorentz. Twietmeyer.
Liège	Desoer. Gnusé.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Ruiz et Cie. Romo y Fussel. Capdeville. F. Fé.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Stechert. Lemcke et Buechner.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaés et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Zinserling. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix.................. 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix.............. 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix.............. 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix.............. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856........................ 25

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861.... 25

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 22.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 28 Mai 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 23 (3 Juin 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Les avantages du Cercle méridien à réflexion et la question des petites planètes.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Les instruments méridiens, tels qu'on les construit aujourd'hui, ne comportent pas des objectifs bien puissants ; les plus grands qui existent, ceux de Paris et de Greenwich, ont des objectifs de $0^{m},24$ à peine d'ouverture, et ne permettent pas l'observation d'astres plus faibles que la 12e grandeur; encore ces derniers s'observent-ils avec difficulté, faute de lumière.

En 1888 (1) j'ai proposé un *cercle méridien à réflexion* qui permettrait, dans les observations méridiennes, l'emploi d'objectifs de toute dimension, jusqu'à la plus grande, et par suite l'observation des astres les plus faibles que montrent nos lunettes.

Cet instrument, où la partie mobile est réduite au minimum, se compose de deux organes essentiels : 1° une lunette ; 2° un miroir (2) placé devant cette dernière, de manière à renvoyer vers elle, suivant l'axe optique, les rayons lumineux venus des astres.

La lunette est fixe et placée dans le méridien ; elle peut être soit horizontale, soit

---

(1) *Comptes rendus*, t. 106, p. 998, 3 avril 1888.

(2) L'emploi d'un miroir pourrait prêter à la critique s'il s'agissait d'employer l'instrument à l'observation du Soleil, qui échaufferait inégalement les deux faces du miroir et le déformerait ; mais rien d'analogue ne peut se produire avec les astres faibles auxquels l'instrument est destiné. Il est évident aussi que le maniement du miroir devra être fait avec quelque soin, pour ne pas produire son déplacement par rapport au barillet qui le renferme.

inclinée, suivant les besoins ; mais la position horizontale se prête mieux à la facilité d'orientation, à la détermination des constantes.

Le miroir est lié aussi invariablement que possible à un robuste axe de rotation, analogue à celui d'un instrument méridien ordinaire, comme lui horizontal, et orienté Est-Ouest. La normale au miroir est perpendiculaire à cet axe de rotation ; un cercle gradué, dont le plan est perpendiculaire à cet axe, mesure les déplacements angulaires du miroir, et par suite les hauteurs des astres observés.

Les avantages de cette disposition sont nombreux ; comme ils ont été mis en évidence par le professeur H. H. Turner (¹), il ne paraît pas utile de les rappeler. Je veux seulement montrer ici ce que cet instrument permet de faire pour résoudre la question des petites planètes, une de celles qui sollicitent aujourd'hui l'attention des astronomes.

Le nombre des astéroïdes connus dépasse maintenant 800 ; il s'est accru rapidement (²), surtout lorsque, pour leur découverte, on commença d'employer la photographie (³).

Déjà, lorsque, vers 1860, leur nombre montait à 57, leur observation au moyen des équatoriaux exigeait beaucoup de temps. C'est alors que l'établissement de grands cercles méridiens à Greenwich et à Paris leva pour assez longtemps la difficulté, en permettant d'observer tous ces astres avec précision et rapidité. Grâce à une convention établie entre ces deux observatoires, les petites planètes étaient observées constamment, tout le long

---

(¹) *Monthly Notices*, t. LIV, p. 413.

(²) C'est ce que montre le Tableau suivant, qui donne le numéro de la dernière planète découverte au 1er janvier de chacune des années 1850, 1860, ... (colonne Pl.), avec le nombre de celles découvertes dans chaque décade d'années (Diff.), le nombre correspondant des planètes trouvées en France (Pl. fr.) et le pourcentage formé par celles-ci (P. 100).

Années.	Pl.	Diff.	Pl. fr.	P. 100.	Années.	Pl.	Diff.	Pl. fr.	P. 100.
1850....	(10)	47	18	38,3	1880....	(211)	76	13	17,1
1860....	(57)	52	7	13,4	1890....	(287)	165	97	58,7
1870....	(109)	102	30	29,4	1900....	(452)	243	3	1,2
1880....	(211)				1910....	(695)			

Ce Tableau ne tient compte que des petites planètes suffisamment observées, à l'époque de leur découverte, pour qu'on ait pu en calculer une orbite permettant de les retrouver dans la suite.

(³) La première planète découverte par la photographie est (323), trouvée par M. Max. Wolf à Heidelberg, le 20 décembre 1891.

de chaque mois, les observations se faisant à Greenwich de la nouvelle lune à la pleine lune, et à Paris, de la pleine lune à la nouvelle lune.

Ce fut ensuite du côté des calculs que vinrent les difficultés; et, vers 1890, quand le nombre des astéroïdes connus n'atteignait pas 300, certains astronomes paraissaient disposés à ne plus suivre ces astres. Fort heureusement, on ne s'arrêta pas à cette manière de voir, qui aurait conduit à un inextricable désordre; et la suite a bien montré tout ce que l'astronomie aurait perdu par l'adoption de cette solution négative (1).

C'est alors que notre Académie des Sciences mit au concours, pour le prix Damoiseau de 1894, le calcul approché et rapide des perturbations des petites planètes, de manière à représenter leur position à quelques minutes d'arc près, ce qui permettrait de les retrouver sans trop de difficulté à chaque opposition.

Le prix fut décerné à M. Brendel qui, après avoir développé certaines recherches théoriques de Gyldén, avait calculé des Tables pouvant servir à un grand nombre de petites planètes, du moins à celles dont le moyen mouvement ne présente pas de commensurabilité trop approchée avec celui de Jupiter. M. Brendel a perfectionné depuis ce premier travail, et il est sur le point d'en tirer d'importants résultats pratiques.

D'autres astronomes, comme M. Charlier, ont développé des méthodes analogues.

Dans un ordre d'idées parallèles, l'Académie des Sciences de Washington a confié au professeur A.-O. Leuschner le soin de construire des Tables sommaires pour le calcul des perturbations des petites planètes découvertes par Watson; et l'on a déjà publié de telles Tables pour 12 de ces astéroïdes (2).

On aperçoit donc une limite aux charges des calculateurs; mais il n'en est pas encore de même pour les observateurs, dont la tâche devient de

---

(1) Parmi les planètes découvertes depuis lors figurent incontestablement les plus intéressantes, comme celles qui sont ou en deçà de Mars ou au voisinage de Jupiter : la planète (433) Éros, dont l'orbite moyenne est intérieure à celle de Mars, vient de donner la parallaxe solaire avec une très grande précision; et quant à celles du groupe de Jupiter, aujourd'hui au nombre de quatre, elles rentrent dans un cas célèbre étudié par Lagrange; deux d'entre elles sont au delà de Jupiter : (588) Achille et (624) Hector.

(2) *Tables of minor planets discovered by James C. Watson*. Part I. *Mem. of the Nat. Acad. of Sc.* (Washington), Vol. X, Seventh Memoir, 1911. — Voici la liste des 12 planètes pour lesquelles ce Mémoire donne des Tables :

(93), (101), (103), (105), (115), (119), (128), (133), (139), (161), (174), (179).

plus en plus lourde. Aussi perd-on fréquemment certains astéroïdes, et parfois des plus intéressants ([1]), faute d'observations suffisantes.

Le plus souvent, c'est par la photographie qu'on les retrouve, et ce procédé tend à se systématiser de la manière suivante :

Le *Berliner Jahrbuch* publie, pour toutes les petites planètes, des éphémérides d'opposition ([2]), permettant de retrouver ces astres au moyen de lunettes photographiques à grand champ ([3]). Cela fait, c'est-à-dire la correction de l'éphéméride étant connue, la planète est observée aux équatoriaux.

C'est ce dernier travail, l'observation des petites planètes aux équatoriaux, qui absorbe aujourd'hui des efforts énormes (ainsi qu'on peut le constater en jetant les yeux sur le *Bulletin astronomique*, par exemple), et que l'emploi du cercle méridien à réflexion réduirait considérablement.

On a proposé, il est vrai, de ne faire qu'un petit nombre d'observations de chaque planète dans chacune de ses oppositions successives, mais ce n'est évidemment là qu'une solution précaire; et d'ailleurs l'ensemble du groupe présente déjà nombre d'astéroïdes assez intéressants pour qu'il soit utile de les suivre aussi longtemps que possible, en deçà et au delà de l'opposition.

On peut donc conclure, semble-t-il, que l'adaptation d'un puissant *cercle méridien à réflexion* à l'observation des petites planètes est très désirable : cela contribuerait efficacement à nous maintenir dans la position avanta-

([1]) Tel est le cas de la planète 1911 MT, qui paraît appartenir au type d'Éros; les observations recueillies jusqu'ici n'ont pas permis d'en calculer des éléments un peu sûrs.

([2]) Un grand nombre de ces éphémérides sont réduites à quatre positions seulement, espacées de 10 jours en 10 jours; il serait facile et utile de les étendre, par exemple pour que les observateurs puissent les interpoler facilement. D'ailleurs, on a donné souvent aussi des éphémérides plus étendues, et M. Giacobini en a publié un assez grand nombre en 1911. La méthode qu'il emploie pour corriger certains éléments, et qui est quelquefois en défaut, pourrait se combiner avantageusement avec celle de M. Brendel.

([3]) Ce moyen n'est guère employé aujourd'hui que par l'Observatoire de Heidelberg, muni de lunettes photographiques de grande ouverture et très lumineuses. L'Observatoire de Johannesburg l'emploie aussi pour les planètes australes. On pourrait l'étendre au moyen de lunettes moins puissantes ou moins lumineuses, mais en ayant soin d'imprimer à la plaque photographique un mouvement égal et contraire à celui de la planète, au moins en ascension droite. Ce mouvement est assez bien donné par l'éphéméride, et ainsi l'image de la planète se réduirait à peu près à un point, tandis que les étoiles donneraient de courtes lignes.

geuse que nous ont value dans la question, d'abord l'entreprise de l'*Atlas écliptique*, puis l'installation du grand cercle méridien de Paris en 1863.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage des plus petites quantités de fluor dans les minerais, les eaux et les tissus vivants.* Note de MM. **Armand Gautier** et **Paul Clausmann.**

Le rôle que joue le fluor dans la nature reste encore très obscur. On sait que cet élément est abondant dans certains minéraux (apatite, fluorine, cryolithe, topaze, micas, etc.); il se dégage des fumerolles et terrains volcaniques; on l'a dosé dans quelques très rares eaux thermales chez les êtres vivants, on sait depuis longtemps qu'il existe dans les os et les dents, mais sa quantité et son rôle dans les autres tissus reste encore assez mal connu. Les méthodes pour le retrouver et le doser lorsqu'il n'existe dans une solution, un minéral ou un organe qu'en minime quantité sont très insuffisantes. Aucune n'a permis jusqu'ici de retrouver et doser avec certitude moins de 1^{mg} de fluor par litre d'eau, potable ou minérale, ou dans 100^{g} à 200^{g} d'un tissu végétal ou animal.

La méthode que nous allons faire connaître permet de suivre l'introduction du fluor dans l'économie par les matières alimentaires qui n'en contiennent que des traces et de déterminer sa localisation en chaque organe. Elle nous a servi à le doser dans l'eau de mer, l'eau potable et dans les minéraux, tels que l'apophyllite, où son existence a été mise en doute par des analystes éminents.

I. Avant d'exposer cette méthode, nous résumerons en quelques mots celles qui l'ont précédée, mais qui ne nous ont pas semblé suffisantes pour atteindre notre but.

La première en date est celle de Berzélius (1818) modifiée par H. Rose. Elle s'applique surtout aux minéraux siliceux. On les attaque au creuset de platine par un mélange de carbonates alcalins et de silice; on reprend par l'eau et de la liqueur on sépare la silice à chaud par le carbonate d'ammoniaque. On précipite ensuite le fluor à l'état de fluorure de calcium que l'on pèse. C'est une bonne méthode s'il s'agit de minéraux qui contiennent une proportion notable de fluor.

La méthode de Wœhler (1) perfectionnée par Frésénius (2) ne s'applique

(1) *Poggendorffs*, *Ann.*, 1839, p. 48.

(2) Frésénius, *Traité d'Analyse quantitative*, 7e édition française, p. 363.

guère qu'aux cas des minéraux décomposables par l'acide sulfurique. On additionne leur poudre de silice pure, on ajoute un léger excès d'acide et l'on pèse le fluorure de silicium formé. S'il s'agit de matières organiques on les incinère au préalable. Cette méthode, employée par Brandt et Tappeiner (1) pour le sang et les muscles, est infidèle pour de très faibles proportions de fluor d'après Frésénius lui-même.

En 1887, G. Tammann (2) publia quelques dosages de fluor dans les matières animales. Leurs cendres obtenues en présence de soude, mélangées ensuite de silice et d'acide sulfurique, donnent de l'acide fluosilicique qui, transformé en fluosilicate de potasse, est dosé alcalimétriquement (3). Cette méthode laisse toutes les incertitudes des pertes relativement grandes lorsqu'il s'agit de très petites quantités, pertes dues aux traces d'humidité adhérentes aux appareils de verre et à la partie de l'acide fluosilicique resté dissous dans l'acide sulfurique employé. Nous ferons la même objection à la méthode publiée par A. Carnot en 1892, basée sur le dosage du fluosilicate de potasse (4). Elle ne peut s'appliquer aux cas où la matière contient 1 ou 2 dix millièmes, ou même moins, de son poids en fluor.

C'est aussi un manque de sensibilité que nous reprochons à celle de Lasne (5) basée sur le même principe et aussi à celle donnée par F. Œttel (6) qui mesure le volume du fluorure de silicium dégagé par l'acide sulfurique et le corrige de celui de l'acide sulfureux résultant du charbon des matières organiques dont la calcination est toujours imparfaite.

H. Ost a essayé de doser le fluor dans quelques végétaux (7). Il reprend leurs cendres par la méthode de Berzélius et Rose (*voir plus haut*) et, du fluorure de calcium précipité, dégage, par l'acide sulfurique, l'acide fluorhydrique qui attaque une lame de verre dont la perte de poids permet d'évaluer le poids du fluor. Cette méthode comporte d'assez nombreuses

(1) BRANDT et TAPPEINER, *Zeitsch. f. biolog. Chem.*, t. XXVIII, p. 518. La modification due à Zdarek (*Zeitsch. f. physiolog. Chem.*, t. LXIX, p. 127) n'ajoute pas à la précision. Ce dernier auteur a donné un certain nombre de dosages de fluor dans les organes humains.

(2) *Zeitsch f. phys. Chem.*, t. XII, p. 322.

(3) Voir une variante d'Offermann, et *Zeitsch. f. analyt. Chem.*, t. XXIX, p. 615.

(4) A. CARNOT, *Traité d'Analyse*, t. II, p. 394.

(5) *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. L, p. 167.

(6) *Zeistch. f. analyt. Chem.*, t. XXV, p. 505. Le procédé de Janasch (*Zeitsch. f. anorg. Chem.*, t. IX, p. 267) ne s'applique qu'aux fluorures décomposables par SO^4H^2.

(7) *Berichte d. deut. chem. Gesell.*, t. XXIX, p. 151.

causes de pertes, très sensibles s'il s'agit de quantités inférieures à 1 milligramme.

M. P. Carle a donné, en 1907, un procédé basé, comme le précédent, sur la gravure du verre dont il apprécie l'intensité d'après une échelle de types [1] Il ne l'a appliqué qu'aux eaux minérales dont il précipite le fluor par l'acétate de baryum en liqueur légèrement acétique. Cette méthode n'est ni très sensible, ni très précise, ni générale.

II. *Études préliminaires. Concentration du fluor.* — L'origine de ces recherches a été la nécessité, pour l'un de nous, de poursuivre l'étude des émanations et gaz volcaniques en y dosant le fluor qui pouvait s'y trouver, libre ou combiné. Les émanations étaient aspirées sur place dans des ballons préalablement vidés d'air où avait été introduite, au préalable, un peu de chaux pure éteinte. On essayait de doser ensuite les traces de fluor ainsi fixé. Ce problème s'est peu à peu généralisé, et au fur et à mesure des perfectionnements de la méthode on s'est proposé de retrouver les plus faibles quantités de fluorures dans un gaz, une solution, une eau minérale, un tissu végétal ou animal, une roche.

A la dose de 20^{mg} de fluor (sous forme de fluorure FK) par litre d'eau distillée, le fluorure de calcium ne précipite pas par les sels de chaux ; un grand excès de précipitant donne lentement un trouble cristallin. L'addition d'un volume égal d'alcool à 96° cent. ne favorise pas sensiblement cette précipitation. A cette dose de fluorures dissous, les sels de baryum commencent à précipiter directement. Les chlorures alcalins, nitrates, etc. n'aident ni ne s'opposent à cette précipitation ; les acétates sont plutôt nuisibles.

Dans le cas où la liqueur contient des silicates la précipitation par les sels de baryum en liqueur acidulée d'acide acétique n'entraîne pas de silice, ainsi que l'a déjà reconnu M. P. Carles.

L'emploi des sels de baryum pour concentrer le fluor dans un premier précipité est donc acceptable lorsque les fluorures sont dissous à doses un peu élevées, mais, d'une part, cette méthode manque de sensibilité, de l'autre elle est inapplicable dans les eaux très sulfatées.

Il ne suffit pas de concentrer une eau naturelle, potable ou minérale, pour y accumuler le fluor. Dans ces conditions, cet élément passe en partie dans les sels de chaux ou de magnésie, fût-ce les carbonates, qui se déposent par la concentration du liquide. Il peut même disparaître ainsi presque

(1) *Comptes rendus*, t. 144, p. 37.

entièrement de la liqueur filtrée. Tous les précipités magnésiens, en particulier, enlèvent le fluor. Les sels de plomb, les sels ferriques à l'ébullition ne le précipitent pas.

Dans tous les cas, si l'on veut concentrer le fluor dans une liqueur il est indispensable d'en faire disparaître d'abord la chaux et la silice.

On peut séparer les sels de chaux par l'oxalate d'ammoniaque en liqueur neutre, après addition de sel ammoniac, et enlever ensuite la silice à la liqueur par ébullition avec du carbonate d'ammoniaque. La solution peut être dès lors être réduite de volume sans perte de fluor. Voici un exemple : Pris 500^{cm^3} d'eau, ajouté *fluor* (à l'état de fluorure FK), $5^{mg},2$; trouvé *fluor*, $5^{mg},16$. — Autre exemple : A 500^{cm^3} eau, ajouté 1^g des sels suivants : sel marin, sulfate de magnésie, acétate de chaux, et 1^{mg} de *fluor* sous forme de fluosilicate de potassium ; trouvé *fluor*, $1^{mg},05$.

On ne doit pas essayer d'enlever à la fois la chaux et la silice.

Cette méthode de concentration par séparation préalable des sels de chaux, que nous avions d'abord instituée, donne donc de bons résultats, mais elle est délicate à manier, difficile à employer pour les eaux riches en sulfates, ou en chlorures qui cristallisent par concentration, et pour les liqueurs très magnésiennes.

Après des perfectionnements divers, nous nous sommes définitivement arrêtés à la méthode suivante qui permet de concentrer le fluor sous un très petit volume à l'état soluble, et quelle que soit sa dilution.

Les cas possibles sont les suivants :

a. Cas des eaux potables ou minérales ;
b. Cas des minéraux fluorés ;
c. Cas des organes végétaux ou animaux.

a. *Cas des eaux potables ou minérales, des liquides industriels, etc.* — On a vu que les sels de baryum sont préférables à ceux de chaux pour séparer le fluor. Nous avons reconnu qu'ils doivent cet avantage non seulement à la faible solubilité du fluorure de baryum, mais aussi à ce que tous les sels de baryum insolubles, et particulièrement le sulfate, entraînent le fluor de ses solutions.

Lorsqu'il s'agit de séparer de très faibles quantités de fluor d'une liqueur aqueuse (1^{mg} à $0^{mg},25$ par litre et même moins), on doit, après avoir, par addition d'acide chlorhydrique pur ou de potasse, rendu la solution très légèrement alcaline, l'additionner de $0^g,3$ à $0^g,4$ de sulfate de soude cristallisé, ajouter alors un léger excès de chlorure de baryum, porter à 100°,

évaporer à sec, reprendre le résidu à froid par la quantité d'eau juste nécessaire pour redissoudre les sels solubles, ajouter un égal volume d'alcool à 96° C. et laver enfin par centrifugation le précipité avec de l'alcool à 65° C. tant qu'il reste des chlorures.

Ce résidu, lavé et séché, peut contenir sulfate, silicate, phosphate, borate de baryum, etc. ([1]); on en sépare le fluor sous forme d'acide fluorhydrique et fluosilicique en chauffant ce résidu avec de l'acide sulfurique dans un creuset d'or spécial qu'on décrira plus loin, creuset hermétiquement clos où l'on condense le fluor sur de la potasse pure, comme on le dira plus loin.

Pour les eaux minérales richement sulfatées, la méthode de concentration ci-dessus est insuffisante en raison de la masse de sulfate de baryum qui se produit. Dans ce cas très particulier, on recourt à la variante suivante : à la solution primitive, on ajoute du chlorure de magnésium (si elle n'est pas déjà magnésienne), du phosphate d'ammoniaque et de l'ammoniaque; on concentre presque à sec, on reprend par le minimum d'eau ammoniacale, on sèche et l'on passe comme ci-dessus au creuset d'or, en présence d'acide sulfurique, pour condenser les vapeurs fluorées dans la potasse caustique.

Si les eaux sont à la fois sulfatées et calciques, on précipite aussi du phosphate de chaux qui entraîne entièrement le fluor comme le phosphate ammoniaco-magnésien.

b. Cas des minéraux fluorés. — Si le minéral, siliceux ou non, chloruré ou non, est entièrement attaquable par l'acide sulfurique concentré, on le transforme en poudre impalpable et on le soumet directement à la distillation au creuset d'or en présence de SO^4H^2, comme il est ci-dessus dit. Tout le fluor passe ainsi dans la potasse. Si le minéral n'est pas attaquable par l'acide sulfurique à 180°, on en fond la poudre au creuset de platine avec 6 fois son poids de carbonates alcalins et 2 fois son poids de silice pure; on reprend par l'eau bouillante, on filtre, on chasse la silice de la liqueur par le carbonate d'ammonium, on concentre après filtration et l'on dose le fluor comme il sera dit après avoir terminé l'exposé de cette première partie de la méthode.

c. Cas des organes végétaux ou minéraux. — Pour la recherche du fluor

([1]) L'existence des fluosilicates dans la liqueur primitive alcalinisée légèrement n'est pas à craindre, ceux-ci se décomposant aussitôt à 100°.

dans les matières animales ou végétales, celles-ci doivent être d'abord incinérées sans perte de cet élément.

Nous n'avons pas eu de très bons résultats par incinération en présence des alcalis ou de leurs carbonates. On sait que les fluorures alcalins sont décomposés par l'eau à température élevée. D'autre part, les incinérations complètes sont difficiles dans ces conditions.

Au contraire, la calcination au moufle à température relativement basse (550° à 600°), en présence de baryte ou de chaux éteinte, favorise extrêmement la destruction de la matière organique et n'occasionne aucune perte de fluor.

Les organes doivent être au préalable séchés et broyés en présence de 1 à 1,5 pour 100 de chaux vive éteinte puis délayée d'eau. Les cendres doivent demeurer alcalines.

Voici deux exemples de cette méthode d'incinération et de l'exactitude des résultats : pris une cervelle de chien pesant 72^g, ajouté 2^g de chaux délayée et divisé alors la pulpe cérébrale en deux parts égales. A l'une d'elles, on ajoute $1^{mg},9$ de fluor (à l'état de FK); on calcine les deux parts au moufle (capsule de nickel ou de porcelaine). Les cendres sont reprises par HCl étendu jusqu'à cessation d'effervescence; on alcalinise très légèrement et, sans filtration, on ajoute un peu de sulfate sodique et un léger excès de chlorure de baryum. On évapore, sèche et reprend par de l'eau qu'on additionne ensuite de son volume d'alcool à 95° C.; on centrifuge. Dans les résidus séchés et passés au creuset d'or dans les conditions ci-dessus, on trouve par la méthode de dosage colorimétrique que nous décrirons :

	Moitié de cerveau sans addition de fluor.	Moitié de cerveau additionnée de $1^{mg},9$ de fluor.
Fluor trouvé..........	$0^{mg},525$	$2^{mg},36$
Différence............	$1^{mg},835$	
Au lieu de fluor.......	$1^{mg},9$ ajouté.	

Mêmes résultats avec le sang :

	200^g sang de bœuf sans addition de fluor.	200^g sang de bœuf additionné de 2^{mg} de fluor.
Fluor trouvé..........	$1^{mg},58$	$4^{mg},06$
Différence............	$2^{mg},48$	
Au lieu de fluor.......	$2^{mg},4$ ajoutés.	

Après avoir ainsi concentré le fluor d'un organe, d'une eau ou d'un

minéral, dans quelques centimètres cubes d'une solution aqueuse, sous forme de fluorure ou de fluosilicate alcalin sans aucun autre acide ni base, il nous reste à dire comment nous le dosons, quelque minime qu'en ait été primitivement la proportion dans le minéral, l'eau ou l'organe mis à l'étude.

MYCOLOGIE. — *Les Atichiales, groupe aberrant d'Ascomycètes inférieurs.* Note de MM. **L. Mangin** et **N. Patouillard.**

Sous le nom d'*Atichia* pour des formes stériles, de *Seuratia* pour des formes ascosporées, on a décrit des plantes épiphytes à thalle dépourvu de mycélium, formé de chapelets de cellules ovoïdes ou étoilées bourgeonnantes, plongés dans une gelée plus ou moins abondante résultant de la transformation de la partie externe de la membrane cellulaire.

Ces plantes, en forme de verrues, de coussinets ou d'étoiles à branches plus ou moins ramifiées, ont la consistance de la corne à l'état sec, mais sous l'influence de l'eau elles se gonflent beaucoup et prennent l'aspect d'un *Collema* ou d'un *Nostoc*. Confondues d'abord avec des *Collema* (Flotow, Acharius) elles ont réintégré la classe des champignons après la belle étude de Millardet sur la forme stérile *Atichia Mosigii* et pris place dans l'ordre des Ascomycètes depuis que l'un de nous a décrit quelques formes ascosporées sous le nom de *Seuratia*. Certains auteurs, trompés par le fréquent mélange de ces plantes avec les Fumagines, les considèrent comme appartenant au cycle évolutif de ces dernières (Neger, Ch. Bernard, Arnaud).

Nous nous proposons de montrer que la variété de leurs organes de multiplication et de reproduction plaide en faveur de leur individualité.

Leur thalle, déjà très particulier, a une constitution chimique spéciale. Dépourvue de cellulose, la membrane non diffluente des cellules est formée par la callose; la partie diffluente qui constitue la gelée interstitielle a les réactions des composées pectiques; elle est en outre imprégnée d'une substance amylacée bleuissant par l'iode (Millardet) chez les jeunes thalles, brunissant par l'iode chez les thalles âgés.

1° *Appareils de multiplication végétative.* — Ces appareils tout à fait comparables à des sorédies de Lichens ou à des propagules de Muscinées, présentent divers degrés de complication. Chez le *Seuratia Tonduzii* nov. sp., que le thalle soit simple ou formé d'étoiles à branches plus ou moins

compliquées, on aperçoit à la surface un assez grand nombre de petites corbeilles à contour plus ou moins régulier, arrondies ou ovales, plus ou moins saillantes (*fig.* 1, I) et renfermant de nombreuses masses arrondies de 15^{μ} à 20^{μ} de diamètre, qui sont formées par l'aggrégation de cellules sphériques issues par bourgeonnement d'une cellule du thalle sous-corticale (*fig.* 1, II, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*), et demeurant unies entre elles de manière à

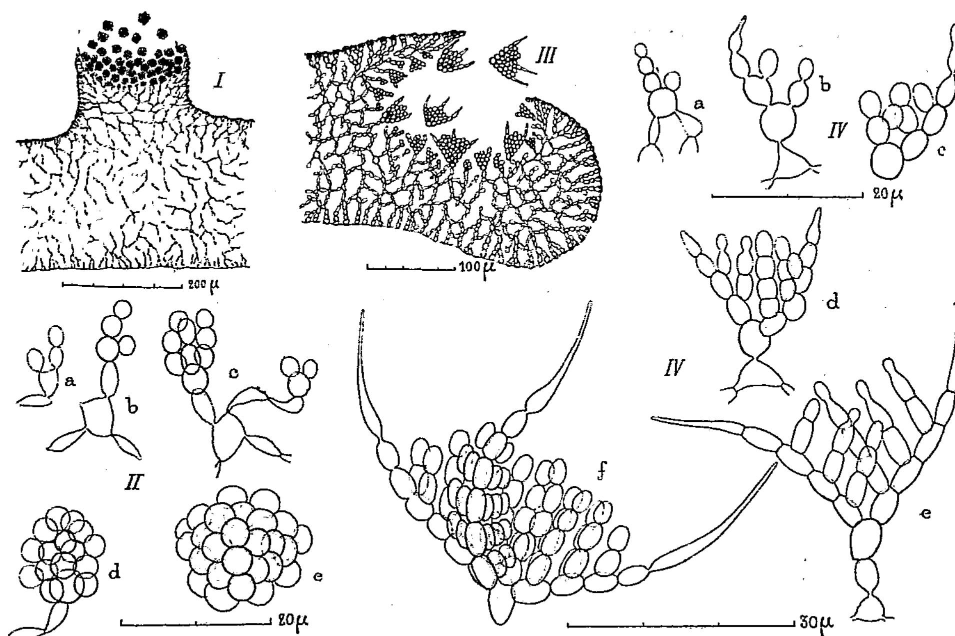


Fig. 1. — I, II. *Seuratia Tonduzi*. — I. Fragment de thalle avec une corbeille à propagules. — II. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, phases successives du développement d'un propagule. — III, IV. *Seuratia coffeicola*. — III. Fragment de thalle avec une corbeille à propagules. — IV. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, phases du développement des propagules.

former un amas mûriforme, de couleur brune, ce sont les propagules. Quand ils commencent à se former, aucun caractère extérieur ne trahit leur présence, car ils sont recouverts par les cellules corticales brunes; mais peu à peu, à mesure que de nouvelles masses se forment au-dessous des plus anciennes, celles-ci sont refoulées vers l'extérieur, sous la pression des amas mûriformes dont le nombre augmente sans cesse, les cellules corticales s'écartent et les fentes, formées dans la gelée unissante, s'agrandissent et confluent en une seule ouverture immédiatement comblée par les propagules mûrs. Ceux-ci sont mis en liberté et chacun d'eux devient le point de départ d'un nouveau thalle.

Chez le *Seuratia coffeicola* Pat. les propagules se développent de la même manière, mais les corbeilles (*fig.* 1, III) qui les renferment, allongées et étroites, occupent une grande partie des branches du thalle. La forme des propagules est caractéristique; chacun d'eux est constitué par trois branches moniliformes, issues d'une cellule basilaire et divergeant comme les arêtes d'un tétraèdre (*fig.* 1, IV, *f*). Tandis que la cellule terminale de chaque branche s'allonge en un segment piliforme de 18^{μ} à 20^{μ} de longueur, les cellules intermédiaires bourgeonnent vers l'intérieur de l'angle trièdre ainsi déterminé, en deux séries pennées moniliformes dont les articles sont de moins en moins nombreux à mesure qu'on se rapproche de la cellule pilifère terminale (*fig.* 1, IV, *d*, *e*, *f*). De cette manière la cavité du trièdre ne tarde pas à être remplie par un massif cellulaire plus ou moins compact suivant que les branches du trièdre sont plus ou moins écartées.

L'émission des propagules a lieu comme chez le *Seuratia Tonduzi*.

Chez le *Phycopsis Vanillæ* (*S. Vanillæ* Pat.), la différenciation des propagules est encore plus complète. Le thalle de cette espèce se présente sous la forme d'un coussinet arrondi fixé sur le substratum par une base plus ou moins large (*fig.* 2, I, III). Les filaments moniliformes qui le constituent sont plus ou moins régulièrement disposés en éventail, comme on l'observe dans la structure de certaines Floridées.

Dans une coupe passant par l'axe du coussinet, on aperçoit çà et là quelques masses hémisphériques à surface convexe brune et verruqueuse et à base plane incolore (*fig.* 2, I, *o*) : ce sont les propagules qui chez cette espèce sont toujours isolés.

Leur développement est caractéristique. On aperçoit d'abord, dans la région sous-corticale, un faisceau de quelques rameaux moniliformes développés aux dépens d'une cellule du thalle (*fig.* 2, II, *a*, *b*); vers l'extérieur, les rameaux sont plus allongés et leurs cellules terminales présentent déjà la petite tache noire caractéristique des cellules externes du thalle et causée par la concrétion du mucilage qui demeure diffluent dans les autres régions. A partir de cet état les rameaux moniliformes, au nombre de 7 ou 9, vont se ramifier par dichotomies plus ou moins régulières et les cellules terminales à calotte brunie ne tardent pas à former une surface hémisphérique verruqueuse dont les verrues sont constituées par les extrémités des files cellulaires (*fig.* 2, II, *d*). La face plane de ces masses hémisphériques est constituée par de nombreuses cellules incolores produites par le bourgeonnement latéral des rameaux (*fig.* 2, II, *e*, *f*); au milieu de ces cellules hyalines qui se distinguent par

la densité de leur contenu, on aperçoit le rameau initial qui a produit le propagule par son bourgeonnement (*fig.* 2, II, *c*).

Le propagule constitue donc un jeune thalle différencié avec sa calottte verruqueuse brunie et sa base incolore qui deviendra la surface d'adhérence au support. Un certain nombre de ces jeunes thalles existent ainsi dans

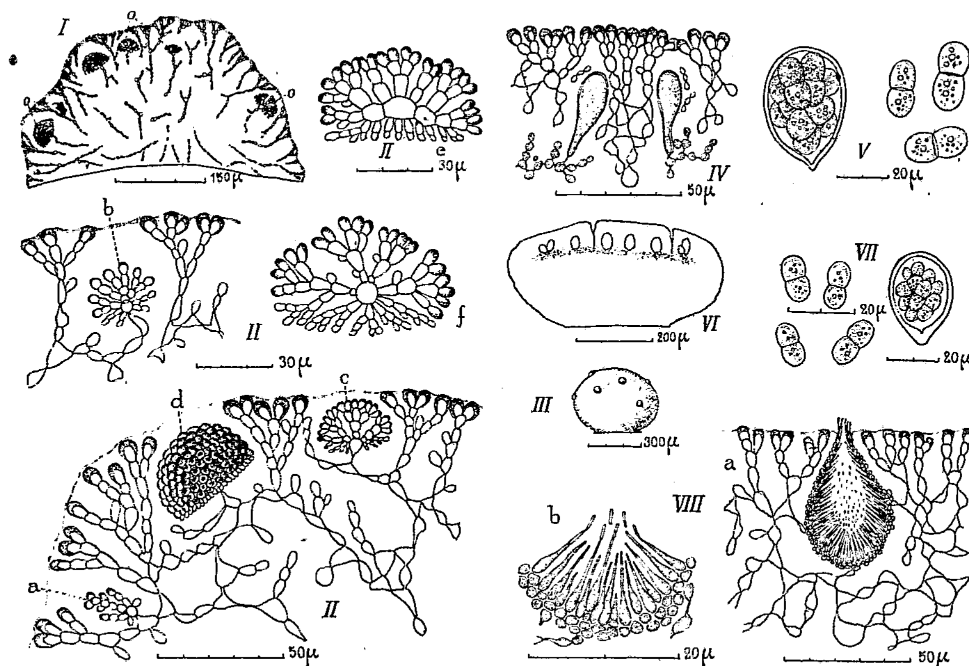


Fig. 2. — I à V. *Phycopsis Vanillae.* — I. Coupe d'un thalle renfermant des propagules thalliformes *o*, à divers états. — II. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, phases successives du développement des propagules thalliformes. — III. Thalle entier représenté au moment où les jeunes thalles (propagules) sont à moitié dégagés du thalle où ils sont nés. — IV. Jeunes asques encore insérés sur des files cellulaires spéciales. — V. Asques mûrs et ascospores. — VI à VIII. *Seuratia coffeicola.* — VI. Coupe d'un thalle montrant la disposition des asques. — VII. Asque mûr et ascospores. — VIII. *a*, spermogonie en place dans le thalle; *b*, fragment plus grossi montrant les spermaties.

chaque plante et à des degrés divers de développement; les plus âgés n'attendent plus que la pluie qui servira à les dégager de la plante mère et à les disséminer (*fig.* 2, III).

Organes reproducteurs : asques et spermogonies. — A côté des propagules on rencontre, soit sur les mêmes individus, soit sur des individus différents, des asques et des spermogonies.

Les asques décrits par l'un de nous chez le *Seuratia coffeicola* et chez le *Phycopsis Vanillæ* apparaissent isolément dans la région centrale du thalle

et au milieu des éléments de celui-ci, sur une couche sous-corticale plus ou moins étendue (*fig.* 2, VI). Ils sont ovoïdes et atteignent chez le *Seuratia coffeicola* $35^{\mu} \times 22^{\mu}$, chez le *Phycopsis Vanillæ* $45^{\mu} \times 35^{\mu}$; leur membrane est épaisse et réfringente, ils renferment 8 spores bi-cellulaires étranglées au niveau de la cloison de séparation, dont les dimensions sont $28^{\mu} \times 14^{\mu}$ pour le *Phycopsis* et $14\text{-}18^{\mu} \times 7\text{-}10^{\mu}$ pour le *S. coffeicola*. Leur formation est successive et l'on trouve chez le même individu des asques à tous les degrés de développement et, çà et là, des fentes dans le mucilage qui indiquent le lieu d'expulsion d'ascospores mûres (*fig.* 2, VI). En examinant des états jeunes (*fig.* 2, IV), on s'aperçoit que les asques pyriformes se développent aux dépens de rameaux ascogènes (?) différents des cellules du thalle par leur taille plus petite et par la densité du protoplasme que leurs cellules renferment.

Nous avons rencontré aussi, quoique plus rarement, des spermogonies, mais seulement chez le *Seuratia coffeicola*. Elles se présentent (*fig.* 2, VIII, *a*) sous l'aspect de sacs pyriformes ayant $50^{\mu} \times 35^{\mu}$, limités par une ou deux assises de cellules ovoïdes ou polyédriques en connexion avec les articles du thalle; l'orifice de ces sacs est fimbrié. A la partie interne de cette couche il existe un grand nombre de cellules en massue dont le gros bout est placé contre la couche limitante et l'extrémité effilée se dirige vers la cavité de l'organe; ces cellules ont 8^{μ} à 10^{μ} de longueur et 2^{μ} à 3^{μ} d'épaisseur à la base. La partie effilée de chaque massue porte à son extrémité une spermatie en bâtonnet de $\frac{1}{2}\text{-}\frac{1}{3} \times 2^{\mu}$ (*fig.* 2, VIII, *b*).

Ainsi définies par leur thalle mucilagineux sans mycélium, dont les éléments se multiplient par bourgeonnement, par leurs propagules plus ou moins localisés, par leurs asques et leurs spermogonies, les plantes qui sont l'objet de cette Note constituent un groupe autonome que nous désignerons sous le nom d'*Atichiales*.

Cette alliance renfermerait une seule famille les *Atichiacées* (*Atichiées* (Millardet), *Seuratiées* (Vuillemin). Dans cette famille, le thalle est relativement homogène et les asques ainsi que les ascospores, là où ces organes sont connus, présentent une grande uniformité. Les variations des dimensions de ces éléments sont trop peu importantes pour fournir des données génériques. Les propagules, par contre, représentent l'élément le plus variable susceptible de fournir des caractères différentiels d'un grand intérêt dans la distinction des genres et des espèces.

On connaît déjà un certain nombre d'Atichiacées. Pour les unes,

stériles ou imparfaitement connues, le seul nom qui permette de les désigner est le terme *Atichia*, créé par Flotow pour une espèce stérile, rangée d'abord dans les Collemacées et que Millardet en a distrait pour la placer dans les Champignons. Les autres espèces, plus connues, ne pourraient, sans occasionner de confusion, recevoir le même nom comme l'a fait Höhnel; nous proposons de les répartir dans les genres *Seuratia* et *Phycopsis*.

Le genre *Seuratia* (Pat.) est caractérisé par des propagules naissant en grand nombre dans des corbeilles spéciales. Ce genre comprendrait deux espèces : *Seuratia Tonduzi* nov. sp. à propagules mûriformes formé d'éléments cellulaires semblables; *Seuratia coffeicola* Pat. à propagules formés de trois segments pilifères délimitant les arêtes d'un angle trièdre dont l'espace est rempli par des cellules de bourgeonnement. Le genre *Phycopsis* est caractérisé par des propagules isolés s'évadant séparément de divers points du thalle. L'espèce unique, le *Phycopsis Vanillæ*, a des propagules différenciés en jeunes thalles hémisphériques.

Voici les diagnoses de ces genres et de ces espèces :

Seuratia. Thallo tuberculiformi stellato ve; propagulis imperfectis thallis ve junioribus, in corbulis facie superiore obsitis, numeroso-glomeratis.

S. coffeicola Pat. (¹). Propagulis triedricis, arista quaque triedri apice ciliata; ascis $35^{\mu} \times 22^{\mu}$; ascosporis $14\text{-}17^{\mu} \times 7\text{-}10^{\mu}$.

S. Tonduzi nov. sp. Thallo ramoso-stellato 5^{mm}-6^{mm} diam.; propagulis glebulas densas rotundo-angulatas, absque ciliis, $15\text{-}25^{\mu}$ efficientibus. Hab. in foliis sub vivis. *Anthurii* sp. circa San-Jose (Costa-Rica). Collegit Tondus cui libenter dicata species.

Phycopsis nov. g. Thallo globuloso; propagulis thallis ve junioribus singulatim nascentibus sese que evadentibus.

P. Vanillæ (*Seuratia Vanillæ* Pat.) (²). Propagulis omnino formatis, rotundatis; ascis $45^{\mu} \times 35^{\mu}$; ascosporis $28^{\mu} \times 14^{\mu}$.

Par leur thalle dépourvu de vrais filaments mycéliens les Atichiales ne peuvent pas prendre place parmi les Eumycètes dont l'appareil végétatif est toujours filamenteux; cependant, par leurs appareils de fructification enfouis dans le thalle sans différenciation préalable, ce sont bien des Ascomycètes inférieurs. Incapables de vivre en saprophytes ou en parasites comme les Eumycètes, les Atichiales n'ont pu en raison de l'imperfection de leur thalle, évoluer vers les types supérieurs; ils constituent un type

(¹) PATOUILLARD, *Bull. Soc. myc. de France*, 1904, p. 136, *fig.* 1; 1906, p. 53, t. I, *fig.* 3.

(²) PATOUILLARD, *Bull. Soc. myc. de France*, 1906, p. 54, t. I, *fig.* 4.

autonome situé à la base des Ascomycètes et parallèle aux Ascomycètes filamenteux. Ils rappellent les Saccharomycètes (Höhnel) par le bourgeonnement de leurs cellules et, d'autre part, les *Myriangium* (Raciborski) et les Phymatospheriacées par leurs appareils reproducteurs; mais ces ressemblances ne nous autorisent pas à supposer, quant à présent, un lien de filiation.

Les Atichiales représentent un rameau avorté dérivé des Floridées. Elles rappellent l'appareil sorédien des Lichens par leurs propagules.

ACTINOMÉTRIE. — *Résultats des mesures effectuées pendant l'éclipse du 17 avril.* Note de M. **J. Violle.**

L'état de l'atmosphère dans la région parisienne, le 17 avril dernier, se prêtait mal aux mesures de la radiation solaire. Au phénomène principal se superposaient de continuelles perturbations.

Il n'est pas inutile de noter les variations de la température et de l'humidité pendant cette journée du 17. En voici les points essentiels à Trappes (Observatoire de météorologie dynamique) et à Grignon (jardin botanique de l'École). Les nombres de Trappes sont particulièrement importants parce que relevés dans une station très bien située, parfaitement agencée et par des observateurs exercés. Ceux de Grignon se rapportent à l'état de l'atmosphère au-dessus d'un terrain un peu humide.

A Trappes, la température, qui était à $10^h 49^m$ (13°,8), baissa à partir de 11^h (14°,0) : midi (12°,0); midi 18^m (10°,6); abaissement total, 3°,4; puis, remontée rapide : 1^h (13°,6); $1^h 32^m$ (14°,9); $2^h 55^m$ (16°,4) le maximum de la journée. A Grignon, on notait : $10^h 49^m$ (14°,7); 11^h (14°,6); midi 10^m (11°,7); midi 20^m et midi 30^m (10°,6); abaissement total, 4°,1; puis, 1^h (14°,2); $1^h 32^m$ (15°,5); 2^h (16°,8).

L'humidité relative a présenté un accroissement très net, atteignant son maximum 15^m à 20^m après la phase maximum. A Trappes, on a noté : $11^h 40^m$ (53); midi (57); midi 25^m (65); 1^h (53). A Grignon : $11^h 40^m$ (55); midi 10^m (62); midi 30^m (68); 1^h (56).

Ajoutons que le ballon parti de Trappes à $10^h 40^m$ atterrissait à 14^h près de Douains (Eure), ayant parcouru environ 60^{km}. De là on peut déduire avec une assez grande exactitude la direction et la vitesse du vent dans les régions élevées; (le ballon a atteint 13000^m) pendant l'éclipse. J'aurai sans doute à revenir sur cette ascension.

L'étude de la radiation a été effectuée simultanément à l'aide de mon actinomètre à Grignon et du pyrhéliomètre d'Angström à Trappes.

Considérons d'abord le premier contact. L'actinomètre de Grignon fournit les valeurs suivantes de la radiation :

Temps.	Calories reçues par 1^{cm^2} en 1 minute.
h m s	Cal
10.37.30	1,013
10.43.30	1,016
10.49.30	1,082
10.55.30	1,050

D'autre part, les mesures relevées sur le pyrhéliomètre de Trappes donnent :

h m	Cal
10.44	1,128
10.46	1,145
10.48	1,180
.....	.....
11.00	1,065
11.04	1,020
.....	.....
11.22	0,780

Malgré les différences des valeurs absolues, différences qui tiennent plus aux conditions locales des stations qu'aux appareils employés, il paraît bien que : un peu avant que la Lune arrive à mordre sur le Soleil, la radiation solaire a éprouvé une hausse qui se continue quelque temps et à laquelle succède un décroissement régulier.

Passons maintenant à la phase du maximum.

Au fur et à mesure que l'éclipse progresse, l'actinomètre de Grignon indique une baisse, très régulière de $11^h 20^m$ ($0^c,829$) à midi ($0^c,148$). A midi 5^m, la radiation tombe à $0^c,083$ pour reprendre à midi 15^m la valeur $0^c,059$ et croître ensuite régulièrement, A midi 10^m, la valeur de la radiation est sans doute inférieure à $0^c,02$, mais pas nulle : les grains de Baily étaient très visibles.

Le pyrhéliomètre de Trappes donne, de $11^h 10^m$ ($0^c,944$) à $11^h 55^m$ ($0^c,242$), des valeurs de la radiation complètement d'accord avec celles qu'on relevait en même temps à Grignon. A midi même, la valeur ($0^c,157$) diffère peu. A midi 5^m, le pyrhéliomètre indique $0^c,075$ et à midi 15^m une

valeur très peu différente ($0^c,072$); pas de mesure à midi 10^m. A midi 20^m ($0^c,158$); 1^h10^m ($0^c,927$).

Il eût été très précieux de trouver dans les mesures relevées au quatrième contact, une confirmation du phénomène constaté au premier contact. Malheureusement les observations faites alors à Grignon ne permettent pas de conclusion nette; et celles de Trappes, qui d'ailleurs font défaut de 1^h29^m à $1^h41^m20^s$, sont affectées de perturbations dues à des variations dans l'état de l'atmosphère.

Il n'en reste pas moins posée une question très intéressante : y a-t-il un *effet de bord* dans une éclipse de soleil? Et, si cet effet existe, comme je suis porté à le croire, à quoi est-il dû? A quelle cause doit-on le rattacher? C'est ce qu'une étude, faite dans des conditions meilleures, permettra sans doute, quelque jour, de résoudre.

PHYSIQUE. — *La capacité calorifique massique (chaleur spécifique) de l'eau d'après les expériences de Regnault.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume.**

Dans la synthèse faite par Regnault de ses résultats expérimentaux relatifs à la capacité calorifique massique de l'eau, il avait cru pouvoir admettre, par analogie avec d'autres liquides, que cette grandeur va constamment en augmentant de 0° à 200°, température presque atteinte dans ses classiques expériences; et, le taux de l'accroissement ayant été trouvé très petit, il avait considéré comme constante la capacité calorifique de son calorimètre dans l'intervalle de température où il était demeuré. Il avait pu ainsi rassembler ses résultats dans la formule suivante, restée, jusqu'à une époque toute récente, la seule qu'on possédât pour représenter, aux températures supérieures à 100°, la grandeur qui nous occupe :

$$C_m = 1 + 0,00004\theta + 0,0000009\theta^2.$$

Or les recherches publiées par Rowland en 1879 ont, pour la première fois, montré que la capacité calorifique de l'eau passe pas un minimum, retrouvé par tous les observateurs qui ont déterminé, aux températures comprises entre 0° et 50°, les variations de cette capacité. On peut donc, en utilisant les données beaucoup plus précises qu'on possède aujourd'hui, tirer des expériences de Regnault, limitées aux températures supérieures à 100°, des résultats plus probables que ceux auxquels il était lui-même

arrivé. J'ai entrepris de recalculer ces expériences en utilisant, comme éléments de réduction, ceux que fournissent les déterminations modernes les plus dignes de foi.

Aux températures basses, les résultats auxquels conduisent les expériences de Rowland, Griffiths, Bartoli et Stracciati, Lüdin, Barnes, Callendar, Dieterici, Bousfield, concordent de façon très satisfaisante. Mais, lorsque la température dépasse 40°, on voit apparaître certaines divergences qui obligent à choisir entre les résultats qui couvrent encore l'intervalle compris entre cette température et 100°. Je n'ai retenu, dans cette région, que les nombres de Barnes, Callendar et Dieterici, ceux de Lüdin et de Bousfield présentant, lorsqu'on approche de 100°, une allure peu probable. Les nombres admis, et que j'ai utilisés, comme on va le voir, jusqu'à 60°, sont rassemblés ci-après. Les résultats de Dieterici ont été reproduits à part, pour une raison qui sera indiquée plus loin.

Température.	Capacité calorifique massique. Valeur moyenne (échelle normale).	Dieterici (thermomètre à air).
0°	1,0087	»
10	1,0018	1,0021
15	**1,0000**	**1,0000**
20	0,9986	0,9987
30	0,9975	0,9984
40	0,9977	0,9986
50	0,9984	0,9996
60	0,9994	1,0008

Les températures moyennes du calorimètre de Regnault ayant oscillé entre 13°,1 et 21°,4, il en résulte, pour sa capacité calorifique, des valeurs dont les extrêmes présentent un écart de 2,4 pour 1000.

Les résultats expérimentaux, au nombre de 40, ont d'abord été ramenés à la capacité calorifique massique à 15°, puis ils ont été rassemblés en huit groupes pour lesquels on a calculé les chaleurs totales en partant des chaleurs massiques données par Regnault, et qui sont des valeurs moyennes entre la température de l'eau chaude et la température finale du calorimètre.

Comme il convenait, en vue du calcul d'une formule, de faire partir toutes les chaleurs totales d'une température située beaucoup au delà du minimum, et cependant très inférieure à la plus basse des températures de Regnault, j'ai choisi, comme l'avait fait Callendar, en 1899 (1), la tempé-

(1) *B. A. Report*, 1899, p. 631.

rature de 60°, au-dessous de laquelle les valeurs des chaleurs massiques ont été admises d'après les expériences récentes. Les éléments du calcul sont rassemblés dans le Tableau suivant :

Nomb. d'exp.	Température moy. finale du calorimètre.	Tempér. de l'eau chaude extrêmes.	Tempér. de l'eau chaude moyennes.	Chaleur massique totale à partir de la tempér. du calorim.	Chaleur massique totale à partir de 60°.	λ_1.	λ_2.	λ_3
5	19°,512	107°,70 – 109,25	108°,404	89,336	48,927	+0,239	+0,210	+0,034
5	20,834	109,25 – 113,86	110,934	90,595	51,506	+0,255	+0,230	+0,058
6	22,835	116,60 – 121,86	119,190	96,870	59,778	+0,153	+0,141	+0,001
5	24,076	128,91 – 138,27	134,402	110,954	75,101	−0,004	+0,001	−0,025
4	26,147	153,68 – 156,82	155,227	129,913	96,126	−0,273	−0,258	−0,110
4	26,310	158,82 – 160,61	159,740	134,409	100,784	−0,253	−0,234	−0,066
5	24,758	172,66 – 179,23	174,002	151,005	115,832	+0,116	+0,120	+0,233
6	28,837	183,56 – 190,36	186,868	160,228	129,124	+0,114	+0,097	−0,097

Ce sont, dans ce Tableau, les nombres des colonnes 4 et 6 qui peuvent servir à établir l'équation cherchée, pour laquelle j'ai adopté la forme

$$C_p = \alpha\tau + \beta\tau^2 + \gamma\tau^3 \qquad (\tau = \theta - 60).$$

Dans cette équation, α est nécessairement la capacité calorifique massique à 60°, pour laquelle on a admis 0,9994. Ainsi β et γ sont les seules inconnues à déterminer. Traitant le système par la méthode des moindres carrés, on arrive aux valeurs

$$\beta = 0,1310.10^{-3}, \qquad \gamma = 0,0536.10^{-6},$$

avec les erreurs résiduelles λ_1 inscrites dans la septième colonne. Ces erreurs sont relativement fortes, et sont très mal réparties; elles ne semblent pas, cependant, dépasser l'incertitude des résultats expérimentaux.

Il a paru intéressant d'établir une comparaison directe entre les résultats de Regnault et ceux de Dieterici. Les réductions ont donc été reprises en partant des nombres de ce dernier observateur. Opérant comme précédem-

ment, après avoir modifié par ces nouvelles réductions les données de la sixième colonne, on a trouvé les valeurs ci-après des paramètres :

$$\alpha = 1,0008 \text{ (admis)}, \quad \beta = 0,0833.10^{-3}, \quad \gamma = 0,3358.10^{-6}.$$

Les erreurs résiduelles sont les λ_2 ci-dessus; elles sont plus faibles que les précédentes, mais tout aussi mal réparties.

Cette répartition défectueuse des résidus m'a engagé à ajouter à la formule un terme du quatrième ordre en conservant $\alpha = 1,0008$. On arrive ainsi aux valeurs suivantes des paramètres, avec les résidus λ_3 :

$$\beta = 0,4198.10^{-3}, \quad \gamma = -6,816.10^{-6}, \quad \delta = +0,03618.10^{-6}.$$

Un seul résidu est notable; les résultats de Regnault sont serrés de beaucoup plus près; mais nous verrons que la formule n'est pas préférable aux deux premières.

La capacité calorifique massique qui se déduit des formules trouvées est la suivante :

Premier calcul :

$$C_m = 0,9994 + 0,2620.10^{-3}(\theta - 60) + 0,1608.10^{-6}(\theta - 60)^2.$$

Deuxième calcul :

$$C_m = 1,0008 + 0,1666.10^{-3}(\theta - 60) + 1,0074.10^{-6}(\theta - 60)^2.$$

Troisième calcul :

$$C_m = 1,0008 + 0,9396.10^{-3}(\theta - 60) - 20,448.10^{-6}(\theta - 60)^2 + 0,14472.10^{-6}(\theta - 60)^3.$$

Les valeurs qu'elles renferment sont, en même temps que celles de Regnault, d'après sa formule originale, et celles de Dieterici, rassemblées ci-après :

Capacité calorifique massique de l'eau rapportée à sa valeur à 15°.

Température.	Regnault. Original.	1er calcul.	2e calcul.	3e calcul.	Dieterici.
60°	1,0048	0,9994	1,0008	1,0008	1,0008
80	1,0081	1,0047	1,0045	1,0106	1,0043
100	1,0122	1,0101	1,0091	1,0109	1,0097
120	1,0169	1,0157	1,0144	1,0088	1,0162
140	1,0224	1,0214	1,0206	1,0111	1,0248
160	1,0286	1,0272	1,0275	1,0249	1,0352
180	1,0356	1,0332	1,0353	1,0570	1,0472
200	1,0432	1,0392	1,0439	1,1145	1,0608

On voit que les nombres de Regnault, d'après le second calcul, sont peu différents de ceux de Dieterici jusque vers 120°, puis ils restent nettement au-dessous de ces derniers, dont ils s'écartent graduellement.

La dernière formule indiquerait l'existence, en elle-même très improbable, d'un deuxième minimum de la capacité calorifique massique de l'eau. On devra donc, semble-t-il, donner la préférence à l'une des formules du second degré; la seconde est celle des deux qui s'accorde le mieux avec les données de l'expérience.

M. B. **Baillaud** présente, au nom de M. *Lebeuf*, le *XXIIIe Bulletin chronométrique* (année 1910-1911) de l'Observatoire de Besançon.

M. L.-E. **Bertin** s'exprime en ces termes :

La Note *Sur l'accroissement de dimensions des navires*, publiée par la *Revue générale des Sciences*, est le développement de celle insérée aux *Comptes rendus* du 1er avril.

J'avais donné l'expression de l'augmentation q nécessaire au déplacement P pour accroître d'une tonne le chargement p.

Sur les cuirassés de la classe *Justice*, q est égal à $2^t,50$. Si l'addition de poids doit être faite, non au chargement, mais au moteur, ou plus généralement aux poids proportionnels à la puissance $\frac{2}{3}$ du déplacement, q n'est plus que de $1^t,49$. Si cette même addition est faite à la coque, ou aux poids proportionnels à p, l'augmentation q descend à $1^t,35$. Le rapprochement de ces trois valeurs q présente quelque intérêt.

J'avais indiqué aussi que pour les similaires de la *Justice* obtenus par augmentation proportionnelle des dimensions, en augmentant la fraction de poids de coque de manière à garder constante la charge des matériaux, q rencontre un minimum à 35000^t de déplacement. Les nouveaux calculs numériques confirment ce chiffre; ils semblent indiquer, de plus, que les grandes valeurs de la fraction de poids de coque, exigées par les longueurs des paquebots égales à neuf fois la largeur environ, fixent au déplacement une limite économique voisine des déplacements atteints sur l'*Olympic* l'*Imperator*, l'*Aquitania*. Au delà de cette limite, l'augmentation de déplacement doit être entièrement consacrée aux poids de la coque et du moteur, sans qu'il en reste rien pour le chargement. L'augmentation de déplacement, il est vrai, donne toujours une augmentation de l'espace disponible pour loger des passagers.

Ces derniers calculs ne présentent pas le degré de certitude de ceux de la Note du 1er avril. Ils auront besoin d'être repris et vérifiés; mais ils encouragent à poursuivre l'étude commencée, ce que je ne manquerai pas de faire.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. *Lecoq de Boisbaudran*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Chimie, décédé à Paris, le 28 mai dernier.

M. le **Ministre des Colonies** fait savoir à l'Académie qu'il tiendra grand compte du vœu qu'elle a émis en faveur du maintien, dans son fonctionnement antérieur, du Service géographique de Madagascar.

La **Commission scientifique de l'Aéro-Club de France** appelle l'attention de l'Académie sur l'intérêt qu'il y aurait à organiser une série d'ascensions dites *physiologiques*, dont le programme a été établi par M. *A. Dastre*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Beretning om den anden skandinaviske Matematikerkongres i Kjöbenhavn* 1911, udgiven af Niels Nielsen.

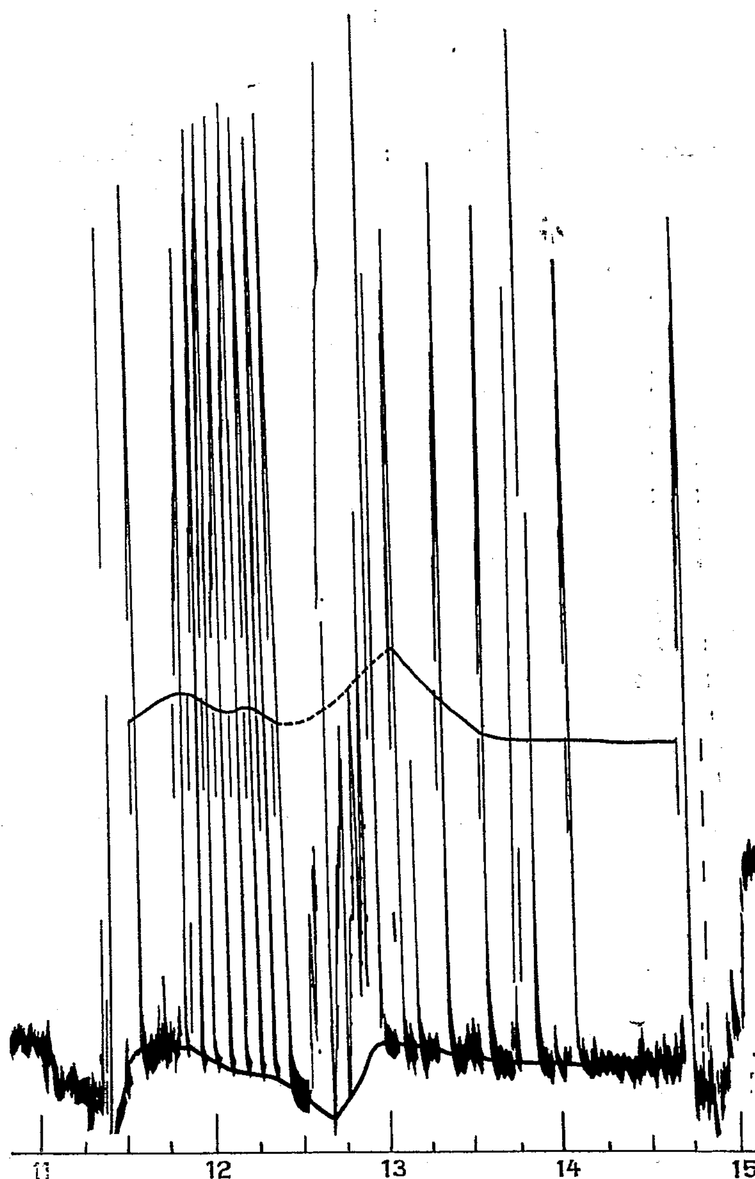
2° Félix Robin. *Traité de Métallographie*. Préface de M. F. Osmond. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réception, à l'Observatoire de Lyon, des signaux radiotélégraphiques de la tour Eiffel, pendant l'éclipse de Soleil du 17 avril.* Note (1) de M. **Flajolet**, présentée par M. J. Violle.

Pour cette réception, nous avons utilisé le poste de T. S. F. de l'Observatoire, décrit dans le numéro du 11 mars 1912 des *Comptes rendus;* mais

(1) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.

nous avions augmenté la sensibilité du galvanomètre; il nous donnait, pour un courant de 1 microampère, une déviation de 30^{cm} sur le papier sensible



placé à 1^m de distance; de plus, la vitesse de déroulement de la feuille avait été portée à 24^{mm} par heure.

Par suite de circonstances indépendantes de notre volonté, nous n'avons pu suivre le programme du commandant Ferrié.

Avant d'étudier la courbe, quelques mots sur les caractéristiques de notre galvanomètre Nalder sont nécessaires : il a un très grand moment d'inertie et, par suite de la position qu'il occupe dans le circuit, il est fortement amorti.

Suivons-le dans sa marche pendant une série de traits : le premier signal donne une déviation pour ainsi dire instantanée et, pendant ce temps, on n'a aucune impression sur le papier sensible; mais pendant les 10 secondes d'interruption, qui séparent deux signaux consécutifs, le galvanomètre revient vers le zéro; et, comme l'amortissement est très grand, ce retour est très faible (11^{mm}) et très lent, ce qui donne sur la feuille un court trait noir bien net. Le second signal trouve le galvanomètre à cette position et c'est de ce nouveau point que sera comptée la deuxième déviation, et ainsi de suite; mais, pour une même variation de courant, les élongations seront d'autant plus faibles qu'on sera plus loin de l'origine; c'est ainsi que, par exemple, la première élongation atteint $48^{mm},5$; le retour vers le zéro pour cette élongation est de $11^{mm},5$; la seconde élongation n'est plus que 38^{mm} et va ainsi diminuant jusqu'à la fin de la série. Pendant les 3 minutes de repos, le galvanomètre revient lentement au zéro et est prêt pour la série suivante.

Il convient donc de ne tenir compte, dans la discussion, que du premier signal de chaque série.

Pour éliminer autant qu'il est possible les variations du zéro, dues soit à la variation du potentiel de la prise de terre, soit à la variabilité du potentiel de l'antenne, les élongations pour chaque série sont comptées à partir du point qu'occupe la trace photographique au commencement de chacune d'elles.

Si, d'autre part, nous comparons entre elles les traces laissées par le galvanomètre revenant au zéro après le premier signal, nous voyons, qu'à quelques dixièmes de millimètre près, ces traces ont toutes la même longueur.

Cette dernière remarque nous donne un contrôle de la constance du circuit d'amortissement du galvanomètre (détecteur et self).

Le Tableau ci-après nous donne les mesures que nous avons pu relever et les heures correspondantes :

Heure.	Élongation.	Heure.	Élongation.
h m	mm	h m	mm
8.40	45,5 peu marqué	12.20	48,1
11.30	49,0	de 12h25 à 12h35 interruption	
11.45	50,2 éclipse commencée	réception au téléphone	
11.50	49,2	13. 0	58,1 peu net
11.55	48,7	13.15	48,2
12. 0	48,7	13.30	44,0 fin de l'éclipse
12. 5	48,7 } plus grande	13.45	52,0
12.10	49,4 } phase	14. 0	43,2
12.15	48,7	14.40	44,0

Remarquons, en outre, qu'entre deux positions consécutives du zéro l'écart atteint dans certains cas $0^{m},003$.

Il semble donc résulter de ces nombres que, s'il y a eu à Lyon, du fait de l'éclipse, variations d'intensité dans les signaux reçus, ces variations ont été très faibles et du même ordre de grandeur que celles du zéro.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les séries de fonctions analytiques et les fonctions quasi-analytiques*. Note de M. **Émile Borel.**

J'ai indiqué, dans une Note récente (26 février 1912, t. 154, p. 568), comment la définition des fonctions monogènes uniformes peut être élargie, de manière à comprendre des fonctions monogènes au sens de Cauchy, mais non analytiques au sens de Weierstrass. La méthode suivie dans cette Note se rattachait à la conception riemannienne de la fonction, considérée comme donnée *a priori* sur un certain ensemble, indépendamment de toute représentation analytique. Je me place aujourd'hui à un point de vue moins général, en apparence du moins, et je construis les fonctions nouvelles au moyen de séries de fonctions connues; cette méthode offre par contre un avantage : elle permet d'introduire dans les séries des fonctions analytiques non uniformes, dont on utilise une branche uniforme.

J'appellerai domaine *weierstrassien* D un domaine *borné*, dont deux points quelconques peuvent être réunis par une courbe continue entièrement (¹) *intérieure;* je supposerai que dans ce domaine on a défini une branche uniforme d'une fonction analytique, pour laquelle tous les points du domaine,

(¹) Si les points choisis sont deux points frontières, la courbe doit pouvoir être choisie intérieure, à l'exception de ses deux extrémités.

y compris les points frontières, sont des points réguliers. Un domaine Δ peut être *d'un seul tenant* sans être weierstrassien; en ce cas, deux points de Δ peuvent être réunis par une courbe continue *appartenant* à Δ, mais non forcément *intérieure;* pour plus de netteté, dans tout ce qui suit, je me restreindrai aux cas où un tel domaine Δ se compose d'un nombre fini (ou nul) de domaines weierstrassiens et de courbes formées d'un nombre fini d'arcs algébriques bornés. Par exemple, un domaine Δ peut consister en deux cercles extérieurs l'un à l'autre, auxquels on adjoint un segment rectiligne dont les extrémités coïncident avec deux points des circonférences; il peut aussi être formé par un contour polygonal (ouvert ou fermé), ou par un nombre fini de segments de droites concourants, etc.

Soit $f(z)$ une branche uniforme de fonction analytique définie dans un domaine weierstrassien D; et soit Δ un domaine d'un seul tenant entièrement *intérieur* à D; soit m le maximum du module de $f(z)$ dans D (maximum atteint pour un point de la frontière), ρ le minimum de la distance d'un point de Δ à un point frontière de D, R le maximum de la distance de deux points frontières de D. Nous poserons

$$\lambda = \frac{R}{\rho}, \qquad M = me^{e^{\lambda^2}}.$$

Le nombre M sera dit le nombre *hypermajorant* relatif à $f(z)$ et à Δ. Il est clair que si l'on donne le domaine Δ et la branche uniforme $f(z)$ régulière en tout point de Δ, on peut choisir d'une infinité de manières le domaine D; on fera ce choix de manière que M soit le plus petit possible (il est indifférent, pour notre but, que ce minimum de M soit effectivement atteint; il suffit que l'on puisse s'en approcher avec une erreur relative limitée).

Soit maintenant

$$(1) \qquad \Sigma f_n(z)$$

une série dont chaque terme est une branche uniforme de fonction analytique, régulière en tous les points d'un domaine Δ, le même pour toutes; cette hypothèse n'exclut pas, bien entendu, la possibilité que *l'ensemble* des points singuliers des fonctions $f_n(z)$ admette tout point de Δ comme point limite; on peut définir pour chaque terme $f_n(z)$ un domaine D_n et un nombre hypermajorant relatif à Δ, soit M_n. Nous dirons que la série (1) est *hyperconvergente* sur Δ si la série ΣM_n de ses nombres hypermajorants est convergente.

Dans le cas particulier où Δ est weierstrassien, si l'on désigne par Δ' un domaine weierstrassien quelconque intérieur à Δ, il est aisé de voir que si la série (1) converge absolument et uniformément sur le contour de Δ, elle est hyperconvergente dans Δ', car on peut choisir comme D_n relatif à $f_n(z)$ un domaine Δ_1 indépendant de n, intermédiaire entre Δ' et Δ ; le nombre λ est alors le même pour toutes les fonctions $f_n(z)$ et la série des nombres hypermajorants se réduit au produit d'un facteur constant par la série des maxima m_n des $f_n(z)$ sur Δ_1, série convergente d'après nos hypothèses. Cette remarque montre que le théorème suivant, dans le cas où Δ n'est pas weierstrassien, est la généralisation directe d'un théorème classique de la théorie des fonctions analytiques.

Théorème. — *Si une série de fonctions analytiques* (1) *est hyperconvergente sur un domaine* Δ, *elle définit sur ce domaine une fonction continue admettant des dérivées de tous les ordres (qu'on peut dénommer* quasi-analytique). *Une fonction quasi-analytique sur* Δ, *qui s'annule ainsi que toutes ses dérivées en un point de* Δ, *est nulle en tout point de* Δ.

Si l'on suppose que Δ coïncide avec un segment de l'axe des quantités réelles, ce théorème fait connaître une classe de fonctions qu'on peut appeler fonctions quasi-analytiques d'une variable réelle et dont les fonctions analytiques sont un cas particulier ; la somme et le produit de deux fonctions quasi-analytiques sont quasi-analytiques ; la dérivée d'une fonction quasi-analytique est quasi-analytique.

A toute fonction quasi-analytique sur Δ on peut attacher un nombre hypermajorant, somme de la série convergente formée par les nombres hypermajorants des termes de (1). Une série de fonctions quasi-analytiques est hyperconvergente si la série des nombres hypermajorants est convergente ; une telle série définit une fonction quasi-analytique.

Si une fonction quasi-analytique $f(z)$ ne s'annule pas sur Δ, il existe une fonction $\varphi(z)$ quasi-analytique sur Δ et telle que le produit de $\varphi(z)$ par $f(z)$ soit égal à 1.

L'extension aux fonctions de plusieurs variables réelles ne présente aucune difficulté.

Dans une prochaine publication, j'indiquerai comment la théorie générale des fonctions monogènes uniformes (analytiques ou quasi-analytiques) peut être exposée au moyen d'intégrales doubles, analogues à l'intégrale de Cauchy, et je signalerai les relations de cette théorie avec la théorie des équations intégrales.

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques inégalités dans la théorie des surfaces algébriques.* Note de M. ALFRED ROSENBLATT, présentée par M. Émile Picard.

On sait qu'une des plus importantes formules de la théorie des surfaces algébriques est celle donnée par M. Nœther pour la limite inférieure du genre linéaire $p^{(1)}$ de la surface en fonction de son genre géométrique p_g. En tenant compte de ce que la série caractéristique du système linéaire canonique peut être incomplète et avoir un défaut $\delta \leqq p_g - p_a$, on a

$$(1) \qquad p^{(1)} - 1 \geqq 2(p_g - 2 + \delta).$$

L'existence d'une limite supérieure pour $p^{(1)}$ était incertaine pour M. Nœther. Or l'emploi de quelques formules importantes découvertes dans ces dernières années permet d'établir une limite supérieure de $p^{(1)}$ en fonction du genre arithmétique p_a.

Si la surface possède un faisceau de genre π' de courbes de genre π, et si Δ est l'équivalent des points doubles des courbes, on a la formule

$$(2) \qquad 12 p_a + 9 - p^{(1)} = \Delta + 4(\pi - 1)(\pi' - 1) - 4.$$

Ensuite on a la formule capitale de M. Picard

$$(3) \qquad 12 p_a + 9 - p^{(1)} + 4(p_g - p_a) + 2 = \rho + \rho_0,$$

ρ étant le nombre des systèmes base, ρ_0 le nombre des intégrales doubles de seconde espèce.

Rappelons maintenant le résultat de M. Castelnuovo, d'après lequel une surface possédant $p_g \geqq 2(p_a + 2)$ possède un faisceau de genre $\geqq 2$ (¹). On peut compléter ce résultat de la manière suivante. Supposons qu'il y ait δ relations linéaires indépendantes entre les binomes

$$P_h Q_k - P_k Q_h,$$

alors on a

$$p_g \geqq \frac{d(d-1)}{2} - \delta, \qquad d = p_g - p_a.$$

L'espace linéaire $S_{\delta-1}$ coupe une variété algébrique $V_{2(d-2)}$ située dans le

(¹) CASTELNUOVO, *Sulle superficie aventi il genere aritmetico negativo* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XX, 1905).

même espace $S_{\frac{d(d-1)}{2}-1}$ en une variété algébrique de dimension au moins égale à

$$\delta + 2(d-2) - \frac{d(d-1)}{2} \geqq p_g - 2(p_a + 2),$$

ou bien en plusieurs variétés dont la dimension n'est pas inférieure à

$$p_g - 2(p_a + 2).$$

Or il est évident qu'une telle variété représente les droites d'un espace linéaire $S_{\pi'-1}$ contenu dans l'espace linéaire S_{d-1} de M. Castelnuovo. Donc on a

$$2(\pi' - 2) \geqq p_g - 2(p_a + 2).$$

A l'espace $S_{\pi'-1}$ correspond d'autre part un faisceau de genre π' de courbes. Comme on peut supposer le genre π de ces courbes au moins égal à 2, car les surfaces de genre $p^{(1)} > 1$ n'ont pas de systèmes de courbes elliptiques, on tire de (2) l'inégalité

$$(4) \qquad p^{(1)} \leqq 16 p_a - 2 p_g + 17.$$

Les inégalités (1) et (4) donnent alors l'inégalité

$$(5) \qquad p_g \leqq 4(p_a + 5).$$

On a supposé ici $p_g \geqq 2(p_a + 2)$. Mais si l'on a

$$(6) \qquad p_g \leqq 2(p_a + 2),$$

alors la formule (3) de M. Picard donne

$$(7) \qquad p^{(1)} \leqq 16 p_a + 27.$$

Je me propose de revenir ailleurs sur ces inégalités.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des surfaces.* Note de M. **Gustave Dumas**, présentée par M. Appell.

Dans une précédente Note [1], à laquelle se rapporte ce qui suit, j'ai donné un moyen de résolution des singularités des surfaces.

Aujourd'hui, je voudrais, en résolvant *complètement* la singularité que la surface

$$(1) \qquad z^{10} - 4y^{12} + 4x^3y^8 + x^6y^4 - x^9 + 25x^4y^5z^2 = 0$$

[1] *Comptes rendus*, t. 151, 1911, p. 682.

présente au point

$$(2) \qquad x = y = z = 0,$$

montrer, avec quelques détails, en quoi consiste la méthode. Le polyèdre ne possède ici qu'une face finie, triangulaire, et les arêtes qui la limitent seront les arêtes I, II, III.

A chacune d'elles, on fait correspondre une substitution désignée par le même chiffre romain :

I.	II.	III.
$x = \xi_1^{20} \eta_1^{21} u_1^{12}$,	$x = \xi_2^{20} \eta_2^{91} u_2^{50}$,	$x = \xi_3^{20} \eta_3^{26} u_3^{7}$,
$y = \xi_1^{15} \eta_1^{16} u_1^{9}$,	$y = \xi_2^{15} \eta_2^{69} u_2^{38}$,	$y = \xi_3^{15} \eta_3^{19} u_3^{5}$,
$z = \xi_1^{18} \eta_1^{19} u_1^{11}$,	$z = \xi_2^{18} \eta_2^{82} u_2^{45}$,	$z = \xi_3^{18} \eta_3^{23} u_3^{6}$.

La substitution I transforme l'équation (1) en la suivante :

$$\eta_1 u_1^2 - 4\eta_1^3 + 4\eta_1^2 + \eta_1 - 1 + 25\xi_1^{11}\eta_1^{13}u_1^7 = 0,$$

que j'écris

$$\varphi_1(\eta_1, u_1) + 25\xi_1^{11}\eta_1^{13}u_1^7 = 0.$$

La substitution I conduit ainsi à la courbe

$$(3) \qquad \varphi_1(\eta_1, u_1) = 0.$$

Les substitutions II et III conduisent, de leur côté, aux deux courbes :

$$(4) \qquad \varphi_2(\eta_2, u_2) = \eta_2 - 4\eta_2^9 u_2^6 + 4\eta_2^6 u_2^4 + \eta_2^3 u_2^2 - 1 = 0,$$

$$(5) \qquad \varphi_3(\eta_3, u_3) = \eta_3^2 - 4 + 4\eta_3^2 u_3 + \eta_3^4 u_3^2 - \eta_3^6 u_3^3 = 0.$$

Chaque fois qu'on a, sur une des courbes $\varphi_i = 0\,(i = 1, 2, 3)$, un *point simple* à coordonnées *finies*, on a, par le fait même, une représentation paramétrique holomorphe d'une portion de la surface (1), dans le voisinage du point (2). Les trois courbes $\varphi_i = 0$ sont, d'autre part, en correspondance uniforme, et cette correspondance est telle que trois points correspondants et situés respectivement sur chacune d'elles, ne peuvent être à l'infini simultanément. Le polyèdre ne possède, de son côté, qu'une seule face finie, celle à laquelle se rapportent précisément les courbes et les substitutions que nous avons ici. Si donc on peut montrer qu'à toute valeur finie ou infinie de l'une des variables $\eta_i\, u_i$, de u_1, par exemple, correspond, sur l'une des courbes (3), (4) ou (5), un point simple à coordonnées non infinies, on pourra dire que la singularité de (1) en (2) est complètement résolue.

Dans l'exemple qui nous occupe, cette constatation se fait facilement. Tous les points de $\varphi_1 = 0$, dont les coordonnées sont finies et différentes de

zéro, sont simples. La transformation $\eta_1 = \frac{1}{u}$, $u_1 = \frac{\eta}{u}$ transforme, en effet, cette courbe en une cubique sans point singulier. Tous les points de $\varphi_1 = 0$, pour lesquels $u_1 = 0$, sont simples aussi. On le constate directement. Restent les points où $u_1 = \infty$ et qui sont

$$P_1(\eta_1 = 0,\ u_1 = \infty), \qquad P_2(\eta_1 = \infty,\ u_1 = \infty).$$

Pour ceux-là, on fait usage de II et III. Comme on a

$$\eta_1 = \eta_2^3\, u_2^2, \qquad \eta_1 = \eta_3^{-2} u_3^{-1};$$
$$u_1 = \eta_3^{-1} u_2^{-1}, \qquad u_1 = \eta_3^{-1} u_3^{-1},$$

on voit que P_1 a, comme correspondant, le point simple $\eta_2 = 1$, $u_2 = 0$ de $\varphi_2 = 0$, et P_2 les points simples $\eta_3 = \pm 2$, $u_3 = 0$ de $\varphi_3 = 0$.

Les substitutions utilisées s'obtiennent par la considération de trièdres *extérieurs* au polyèdre de la surface, et jouissant de la propriété suivante : A étant le sommet du trièdre et B, C, D les premiers points nodaux (Gitterpunkte) qu'on rencontre sur chaque arête, à partir de A, le parallélépipède construit sur AB, AC, AD est primitif, c'est-à-dire qu'il ne contient, à part ses sommets, aucun autre point nodal, ni à son intérieur, ni sur son contour. Il existe, relativement à chaque arête d'un polyèdre, une infinité de pareilles substitutions.

La singularité de (1) a été résolue, au moyen des substitutions I, II et III. On aurait pu, dans cet exemple particulier, ne faire usage que de deux substitutions, de la substitution

$$x = \xi^{20}\eta^{12}u^7, \qquad y = \xi^{15}\eta^9 u^5, \qquad z = \xi^{18}\eta^{11}u^6,$$

qui se rapporte simultanément aux arêtes I et III, jointe à la substitution II. Il n'y aurait là, toutefois, qu'une simplification accidentelle, assez souvent réalisable, mais qui ne peut être appliquée à tous les cas possibles.

GÉODÉSIE. — *Formule nouvelle sur le nivellement barométrique.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Bigourdan.

Considérons, dans l'atmosphère terrestre, deux points infiniment voisins, situés sur la même verticale. Si l'on désigne par z la hauteur ou l'altitude, par p la pression, par π le poids de l'unité de volume d'air, on a, en prenant les hauteurs à partir d'un plan de comparaison situé au-dessous des deux

points considérés

$$dp = -\pi\, dz.$$

Si z est exprimé en mètres, π a pour valeur

$$\pi = \frac{1}{7992}\,\frac{p}{1+\alpha t},$$

α étant le coefficient de dilatation de l'air et t la température.

Si le thermomètre qui sert à mesurer t est à échelle centigrade, le coefficient α a pour valeur, dans l'air sec, $\frac{1}{273}$.

Les premières expériences faites pour déterminer ce coefficient ayant été exécutées sur de l'air imparfaitement sec, le coefficient obtenu était légèrement plus élevé.

Comme l'air atmosphérique contient toujours une certaine quantité de vapeur d'eau, nous nous rapprocherons de la pratique en adoptant un coefficient légèrement plus fort, soit $\frac{1}{272}$.

Nous obtenons ainsi

$$\frac{dp}{p} = -\frac{272}{7992}\,\frac{dz}{1+\alpha t}.$$

Ainsi que p, t varie avec l'altitude.

Multipliant et divisant par dt le deuxième membre de l'égalité, nous pouvons écrire

$$\frac{7992}{272}\,\frac{dp}{p} = -\frac{dt}{272+t}\,\frac{dz}{dt},$$

ou, en effectuant la division de 7992 par 272,

$$29{,}42\,\frac{dp}{p} = -\frac{dt}{272+t}\,\frac{dz}{dt}.$$

Pour obtenir sa formule barométrique, Laplace supposait t constant, hypothèse manifestement inexacte dans la généralité des cas. Nous nous éloignerons beaucoup moins de la réalité en supposant constante la quantité $\frac{dz}{dt}$; supposons en outre que les surfaces d'égale pression ou d'égale température soient parallèles à la surface du niveau des mers : on peut alors comparer deux points d'altitude différente et non situés sur la même verticale, et, en désignant par z' l'altitude et t' la température du point le plus élevé, remarquer que notre hypothèse sur l'invariabilité de la fonction $\frac{dz}{dt}$ revient à remplacer $\left(-\frac{dz}{dt}\right)$ par $\frac{z'-z}{t-t'}$.

Dès lors, il est évident qu'en intégrant la relation donnée plus haut, on obtiendra

$$29,42 \log \frac{p}{p'} = \frac{z'-z}{t-t'} \log \frac{272+t}{272+t'} = \frac{z'-z}{T-T'} \log \frac{T}{T'},$$

T et T′ étant les températures absolues aux deux points.

Donc, grâce à l'hypothèse admise, rien n'est plus facile que de déduire la différence d'altitude de deux stations des indications données en chacune de ces stations par le baromètre et le thermomètre. Cette différence d'altitude est donnée par la formule

$$z'-z = 29^{m},42(t-t') \frac{\log \frac{p}{p'}}{\log \frac{272+t}{272+t'}} = 29^{m},42(T-T') \frac{\log \frac{p}{p'}}{\log \frac{T}{T'}}.$$

Comme les logarithmes entrent à la fois au numérateur et au dénominateur, il n'y a pas lieu de s'occuper du module, et l'on peut sans aucun inconvénient remplacer les logarithmes supérieurs par les logarithmes vulgaires.

D'autre part, cette formule ne comporte pas une très grande approximation pour plusieurs raisons :

1° L'hypothèse $\frac{dt}{dz} = const.$ n'est pas toujours exacte;

2° Les valeurs de t et t' ne sont généralement données par les instruments qu'à 0°,1 près ;

3° Le coefficient de dilatation $\frac{1}{272}$ que nous avons adopté s'applique à de l'air contenant une certaine quantité d'humidité qui reste indéterminée ;

4° Le nombre 7992 dérive du poids de l'air à 0° et à 760^{mm} de pression, évalué à $1^{kg},293$ avec une approximation voisine seulement de $\frac{1}{1000}$.

Pour toutes ces raisons, nous sommes enclin à penser qu'il serait oiseux de se préoccuper des variations, si minimes, de la pesanteur corrélatives soit à l'altitude, soit à la latitude, d'autant que ces variations affectent dans le même sens la colonne d'air qui sépare les deux stations et la colonne de mercure qui sert à en mesurer le poids et la hauteur.

Pour les mêmes raisons, les logarithmes à 5 décimales sont suffisants pour tous les calculs.

D'ailleurs, malgré les imperfections de cette formule, si l'on en fait application au cas de la détermination de la hauteur du mont Blanc, faite le 29 août 1884 [1], on obtient pour l'altitude cherchée $4810^{m},5$, résultat assez

[1] Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1911.

satisfaisant : d'après les meilleures déterminations, l'altitude du mont Blanc est, en effet, de 4810^m, et l'application des formules de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* aux observations du 29 août 1844 de Bravais et Martins donne $4815^m,7$.

PHYSIQUE. — *Sur la masse des particules qui émettent les deux spectres de l'hydrogène*. Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. Villard.

L'hydrogène donne deux spectres très différents : l'un (premier spectre) composé de raies dont la répartition obéit à la loi de Balmer; l'autre (second spectre) dont les raies sont très nombreuses et irrégulièrement distribuées. On a longtemps discuté sur l'origine de ce second spectre, que certains auteurs attribuaient à des impuretés. Bien que cette opinion puisse être considérée maintenant comme insoutenable, la question reste de savoir si l'un ou l'autre de ces spectres n'est pas émis par un édifice atomique complexe, par exemple par la molécule. L'étude de la largeur des raies permet de déterminer la masse des particules qui émettent les diverses radiations, rapportée au système ordinaire des masses atomiques.

En opérant comme nous l'avons précédemment indiqué [1], nous avons trouvé que le numéro d'ordre limite des interférences données par les raies du second spectre est 72 000 lorsque le tube à hydrogène est maintenu dans un bain d'eau à la température du laboratoire. Les formules que nous avons précédemment rappelées permettent d'en déduire la masse des particules qui émettent ces raies; on trouve que cette masse est très sensiblement égale à la masse atomique de l'hydrogène. Les raies du second spectre ne sont donc pas émises par une association de plusieurs atomes, mais par des corpuscules identiques à l'atome ou qui en diffèrent très peu.

L'étude de raies qui forment la série de Balmer est plus difficile : ces raies sont doubles, ce qui complique l'étude de leur largeur; de plus, il existe pour elles une autre cause d'élargissement que l'agitation moléculaire.

Nos appareils dédoublent sans aucune difficulté la première raie de la série (raie rouge H_α 6563). Lorsque le tube à hydrogène est à la température ordinaire, les deux composantes sont assez larges pour presque se toucher; lorsque le tube est immergé dans l'air liquide, elles sont parfaitement

(1) *Comptes rendus* du 6 mai 1912.

séparées parce qu'elles sont plus étroites. Ce dédoublement avait été annoncé par Michelson, et aperçu par Janicki au moyen d'un échelon ; mais aucune indication n'avait pu être donnée sur la position respective des deux composantes, qui sont d'inégale intensité. Nos observations montrent que la composante de plus grande longueur d'onde est la plus intense. C'est là un caractère commun à tous les doublets de série secondaire, tandis que la disposition est inverse dans les séries principales. La distance des deux composantes est 0,132 angström. La raie bleue (H_β 4861) est aussi double, avec l'intervalle qui convient dans une série secondaire, mais les deux composantes sont à la fois plus larges et plus serrées que pour la raie rouge, et par suite empiètent l'une sur l'autre.

D'autre part, pour les raies de cette série, l'agitation moléculaire n'est pas la seule cause d'élargissement, comme le montre l'expérience suivante : lorsqu'on met en dérivation sur le tube une capacité avec distance explosive, les raies de série se renforcent beaucoup pendant que celles du second spectre s'affaiblissent ; en même temps, les raies de la série subissent un élargissement qui peut devenir considérable, tandis que les raies du second spectre s'affaiblissent sans s'élargir. Ce n'est donc pas une élévation de température liée à la présence du condensateur qui produit l'élargissement, car l'effet d'une élévation de température du gaz se ferait évidemment sentir sur toutes les raies. D'ailleurs, dans la série, les termes successifs s'élargissent de plus en plus. Il y a donc une cause particulière d'élargissement, peut-être liée à la densité de courant dans le tube, et par suite aux chocs des électrons sur les particules qui émettent ces raies. Il est du reste bien connu que les raies de cette série peuvent, dans certaines conditions, devenir excessivement larges ; elles appartiennent à celle des séries secondaires que Rydberg appelle *série diffuse*.

La raie rouge H_α nous a donné comme limites d'interférence 50000 lorsque le tube est à la température ordinaire, et 68000 dans l'air liquide. Ces nombres sont un peu plus faibles que ceux qu'on calculerait avec la masse atomique 1, mais il n'y a pas lieu d'en être surpris : d'une part, l'existence d'une raie double rend l'observation des interférences plus difficile et, d'autre part, la cause d'élargissement qui existe lorsque la décharge électrique est soudaine peut encore se faire sentir lorsque le courant est peu intense.

On peut donc conclure que les raies de l'hydrogène, aussi bien celles du spectre secondaire que celles du spectre de série, sont émises par des particules ayant la masse de l'atome d'hydrogène.

Il peut paraître surprenant que, dans de l'hydrogène à une température peu élevée, se trouve des particules ayant la masse de l'atome. Il faut remarquer que les particules qui émettent la lumière ont dû subir d'importantes modifications, dont le premier effet a pu être de décomposer la molécule. D'ailleurs, l'émission par des particules ayant la masse de l'atome paraît une chose toute naturelle dans le cas d'un gaz monoatomique comme la vapeur de mercure; or l'analogie entre la série de raies de l'hydrogène et celles données par d'autres corps est telle qu'il est difficile de ne pas admettre l'analogie de constitution des particules qui les émettent.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le ralentissement subi par les rayons β lorsqu'ils traversent la matière.* Note de M. **Jean Danysz**, présentée par M. Lippmann.

Au moyen du procédé radiographique, que j'ai décrit dans des Mémoires antérieurs ([1]), j'ai étudié le ralentissement subi par les rayons β lorsqu'ils traversent la matière. Les résultats numériques que j'ai obtenus sont rassemblés dans le Tableau ci-dessous :

Numéro du faisceau.	y = RH. cm × gauss.			δy. Diminution δy de RH résultant de la traversée d'un écran pesant $0^{g},01$ par cm².					
	a.	*b.*	Moyennes.	Al.	Sn.	Cu.	Ag.	Au.	Moyennes.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1*.....	1395	1388	1391	124	102	110	97	95	107
4......	1699	1662	1681	95	111	126	103	96	106
5*.....	1753	1743	1748	90	80	103	93	87	91
7......	1925	1911	1918	66	64	74	66	58	66
8......	1990	1977	1983	61	64	81	62	70	68
9*.....	2066	2027	2047	56	»	»	»	»	56
10......	2226	2222	2224	57	48	64	42	46	51
11*.....	2280	2269	2275	48	»	56	»	40	48
12......	2952	2927	2939	37	52	58	38	49	49
13*.....	3234	3221	3227	48	»	»	»	»	48
16*.....	4797	4781	4789	39	»	35	58	32	41
20......	5850	5800	5830	32	57	54	47	37	43

Les rayons β employés pour cette étude sont ceux de la radioactivité induite du radium ; la colonne 1 contient les numéros de ceux d'entre eux qui ont été utilisés.

([1]) *Comptes rendus*, juillet et novembre 1911 ; *Le Radium*, janvier 1912.

Les colonnes 2 et 3 donnent les valeurs du produit RH pour ces rayons en l'absence de tout écran ([1]) (R est le rayon du cercle décrit par la particule β dans un champ magnétique H). Elles sont relatives à deux séries d'expériences effectuées avec deux tubes d'émanation différents. Il est facile de se rendre compte que les nombres de ces deux colonnes ne diffèrent pas en général de plus de 1 pour 100. J'ai pris pour valeurs définitives de y (RH) les nombres de la colonne 4 en calculant les valeurs moyennes de 2 et 3.

Les colonnes 5 à 9 donnent les diminutions de y, observées pour différents métaux, et rapportées à des écrans pesant $0^g,01$ par centimètre carré. Pour déterminer ces nombres, j'ai pris la différence entre les produits RH de la colonne 4 et les produits R'H obtenus pour les mêmes faisceaux lorsque le tube d'émanation était entouré d'un écran du métal étudié. Les faisceaux marqués d'un astérisque sont ceux pour lesquels ces déterminations ont été particulièrement difficiles, et ainsi plus sujettes à erreur.

Ces nombres étant obtenus en retranchant l'une de l'autre deux quantités peu différentes (RH et R'H) ne comportent pas une précision bien grande (environ $\frac{1}{5}$); cette restriction faite, on peut cependant observer qu'ils ne présentent pas de différence systématique appréciable d'une colonne à une autre, alors que les densités correspondantes varient de 2,6 pour Al à 19,5 pour Au. On peut donc, en première approximation, énoncer ce résultat, qu'un écran d'une épaisseur donnée produit sur les particules β un ralentissement proportionnel à sa densité.

Un point important à signaler est que ces résultats peuvent servir de base expérimentale à la détermination du nombre d'électrons contenus dans un atome. Une théorie du ralentissement des particules β par la matière a été proposée par Sir J.-J. Thomson ([2]); mais elle n'a été établie que pour des particules suffisamment lentes, pour qu'on puisse leur supposer une masse indépendante de la vitesse; on ne peut donc, en toute rigueur, l'appliquer aux rayons β étudiés ci-dessus, dont les plus lents ont une vitesse de $0,64\,c$ (c étant la vitesse de la lumière). Avant d'entreprendre une théorie plus générale, qui présente quelques difficultés, je crois intéressant de mentionner quelques résultats auxquels on est conduit en faisant usage de la théorie de J.-J. Thomson, au moins pour les plus lents

([1]) Les rayons β devaient toutefois traverser la paroi du tube de verre dans lequel l'émanation du radium était enfermée. Cette paroi avait une épaisseur de $0^{mm},007$ à $0^{mm},009$.

([2]) *Conduction of electricity through gases*, 2e édition, p. 378.

des faisceaux ici étudiés : en premier lieu, on trouve que les ralentissements observés sont, comme ordre de grandeur, en harmonie avec ceux qui ont été tout récemment obtenus par M. Whiddington (¹) pour les rayons cathodiques; en second lieu, on peut en déduire pour le nombre d'électrons contenus dans un atome, un nombre du même ordre de grandeur que le poids atomique (²), ce qui est en bon accord avec les travaux publiés sur la dispersion des rayons α (³) et β (⁴).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Application des méthodes de volumétrie physico-chimique au dosage des éléments de l'eau.* Note (⁵) de MM. **F. Dienert** et **A. Guillerd**, présentée par M. A. Müntz.

M. Dutoit a décrit sous ce nom des méthodes analytiques où l'appréciation d'un virage coloré est remplacée par la détermination d'une constante physique, dans l'espèce la conductivité électrique (⁶).

Nous avons cherché depuis une année à appliquer le principe de cette méthode à l'analyse de quelques éléments de l'eau.

Rappelons brièvement le principe de la méthode décrite par M. Dutoit (⁷). Lorsque dans une solution on suit, par les résistivités électriques, la précipitation d'un élément sous l'action d'un réactif approprié, on obtient, en inscrivant sur des coordonnées rectangulaires, — les volumes du réactif étant portés en abscisses et en ordonnées les résistivités correspondantes, — une courbe variant très régulièrement jusqu'au moment où l'élément à doser est complètement insolubilisé. A ce moment, sous l'action d'un excès de réactif, la courbe s'infléchit nettement et l'abscisse de ce point *d'inflexion* correspondant à un volume connu du réactif titré donne le poids de l'élément précipité.

Dans les eaux potables les éléments se présentent à un état de dilution

(¹) *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXXVI, p. 360.

(²) Dans cette évaluation j'ai attribué à la constante a qui figure dans la formule de J.-J. Thomson une valeur comprise entre 10^{-9} et 10^{-11}.

(³) Rutherford, *Philosophical Magazine*, 1911.

(⁴) J.-J. Thomson, *Proc. Camb. phil. Soc.*, 1909. — Crowther, *Proc. Roy. Soc.*, 1910.

(⁵) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.

(⁶) D. Berthelot, *Annales de Chimie et de Physique*, 1891. — Kohlrausch, etc. — Duboux (*Thèse*, Lausanne, 1908). — Dutoit et Duboux, *Comptes rendus*, 1908; *Journal de Chimie analytique*, 1908-1909. — Dutoit et Mojoïu, *Bull. Société vaud. Sc. nat.*, 1910. — Bruno et Turquand d'Anzay, *Comptes rendus*, 1912.

(⁷) *Journal de Chimie physique*, 1910.

convenable; mais quand la minéralisation s'élève, comme pour certaines eaux minérales, il sera utile d'étendre l'élément à doser jusqu'au $\frac{1}{10\,000}$ d'équivalent-grammes par litre.

Voici les détails de technique propres à chacun de ces dosages :

Chaux. — Le réactif employé est de l'oxalate de potasse, $\frac{N}{6}$ environ. On fixe exactement son titre à l'aide d'une solution de $CaCl^2$ chimiquement pur à 1g pour 1000 dont un dosage gravimétrique a donné la teneur en CaO. On en dresse, après dilution convenable, la courbe de précipitation, sous l'action de l'oxalate de potasse dont le titre est obtenu par le point d'inflexion du graphique. Le dosage se poursuit sur 50^{cm^3} d'eau préalablement neutralisée par H Cl en présence d'héliantine et alcalinisée ensuite par quelques gouttes de AzH^3 ; on ajoute 10^{cm^3} d'alcool et l'on titre, comme nous l'avons dit, par additions successives d'oxalate de K.

L'alcool est introduit dans la réaction pour diminuer l'absorption due à la faible solubilité du précipité, phénomène se traduisant par des variations irrégulières de la résistivité. M. Dutoit conseille, pour des raisons de même ordre, outre l'addition d'alcool, d'éviter de faire des déterminations dans le voisinage du point d'inflexion. On obtient ainsi un résultat plus exact en prolongeant les parties droites de la courbe en deçà et au delà du point singulier. Dès que ce point est dépassé, ce qui s'observe bien dans ce dosage, nous avons remarqué qu'il y a intérêt à faire des additions réduites du réactif, de façon à obtenir, de part et d'autre de l'inflexion, des différences de résistivités de même grandeur, comme l'indique d'ailleurs l'exemple de titration ci-dessous sur 50^{cm^3} d'une eau de la Vanne (a est la position du curseur au moment du silence du téléphone) :

Centièmes de centimètre cube d'oxalate de K, titrant $11^g,65$ de CaO pour 1000	0	15	30	45	Inflexion à 56,7 centièmes	60	65	70	75
Résistivités électriques $\left(\frac{100-a}{a}\right)$..	1448	1419	1388	1356		1308	1268	1228	1189

$56,7 \times 0,1165 \times 20 = 132^{mg}$ CaO pour 1000,
Résultat pondéral... 132^{mg} CaO pour 1000.

Acide sulfurique. — On modifie légèrement la minéralisation de l'eau à expérimenter en faisant bouillir 1 minute une quantité mesurée qu'on filtre ensuite et ramène à son volume primitif. La solution précipitante est de l'acétate de baryum à 2g pour 1000, dont la faible conductibilité ionique de son radical, n'entrant pas dans la combinaison insoluble, permettait, suivant la remarque de M. Dutoit, d'espérer une inflexion nette. Cette solution est titrée, comme nous l'avons vu précédemment, par du sulfate de soude à $0^g,04$ pour 1000, en introduisant toutefois dans la réaction 10^{mg} de $CaCl^2$.

Ci-dessous une titration d'acide sulfurique sur une eau de Vanne (60^{cm^3}):

Centièmes de centimètre cube d'acétate de baryum, dont $1^{cm^3} = 0^{mg},52$ de SO^3	0	10	20	30	Inflexion à 44 centièmes	50	60	70	80
Résistivités électriques $\left(\frac{100-a}{a}\right)$	1570	1558	1551	1445		1533	1528	1523	1519

$$\frac{0,0052 \times 44 \times 100}{68} = 3^{mg},8 \text{ de } SO^3 \text{ pour } 1000,$$

Dosage pondéral... $3^{mg},9$ de SO^3 pour 1000.

Magnésie. — Le dosage de la magnésie a été poursuivi en employant comme réactif précipitant le ferrocyanure de potassium à 1 pour 100. On le titre à l'aide d'une solution renfermant, par litre, 25^{mg} de $MgCl^2$ et $0^g,3$ de chlorure de calcium. Cette titration, ainsi que celle de l'eau elle-même, se font en mettant en présence dans la cuve 10^{cm^3} d'alcool et 1^{cm^3} de $CO^3Na^2\frac{N}{5}$ pour 50^{cm^3} de liquide à expérimenter. On attend 30 minutes avant de commencer la titration.

L'addition de ce carbonate alcalin a été inspirée d'une remarque de M. Dutoit sur les lois de l'électrisation de contact, montrant que l'adsorption est diminuée si, la solution contenant des ions polyvalents négatifs (groupe $FeCy^6$), on vient à charger négativement le précipité. Le titrage du réactif, sans ces conditions, conduit, non à des droites, mais à une courbe régulière.

Exemple de titration sur 50^{cm^3} d'eau de Vanne:

Centièmes de centimètre cube de $FeCy^6K^4$, dont $1^{cm^3} = 1^{mg}$ MgO.	0	11	20,1	30,4	40,7	50,4	Inflexion à 64 pour 1000	89,6	100	110,5	120,3	130,2	140,7
Résistivités électriques $\left(\frac{100-a}{a}\right)$	1176	1142	1114	1083	1050	1020		930	910	890	871	853	834

$0^{mg},64 \times 20 = 12^{mg},8$ de MgO pour 1000,
Dosage pondéral... $12^{mg},6$ de MgO pour 1000.

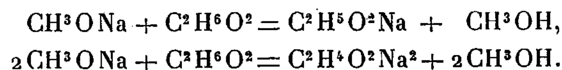
En résumé, la méthode de volumétrie physico-chimique permet de doser très exactement la chaux, l'acide sulfurique et la magnésie dans les eaux naturelles, mais il y a lieu d'insister sur sa grande délicatesse. Ces dosages sont facilités, lorsqu'on a déjà une idée de la concentration des éléments à doser.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des glycol-alcoolates métalliques.* Note de M. E. **Chablay**, présentée par M. A. Haller.

Jusqu'à présent les glycol-alcoolates de sodium et de potassium sont seuls connus.

Würtz, dans son travail classique sur le glycol, annonçait que ce corps s'unit au sodium pour donner deux dérivés : 1° le glycol monosodé obtenu par l'action du sodium à froid sur le glycol; 2° le glycol disodé obtenu par fusion du dérivé monosodé solide avec un deuxième atome de sodium. Avec le potassium, l'action est tellement violente que le métal prend feu en charbonnant le glycol.

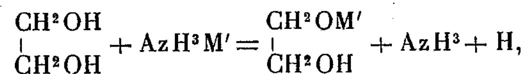
M. de Forcrand, répétant ces expériences, a constaté tout d'abord qu'il était impossible de dissoudre entièrement 1^{at} de sodium dans 1^{mol} de glycol et que, de plus, pour effectuer la deuxième substitution par l'action du glycol monosodé solide sur 1^{at} de sodium, il fallait opérer à une température telle qu'il y avait destruction complète de la matière. C'est pourquoi ce savant a imaginé, pour obtenir les deux glycols sodés purs, une élégante méthode basée sur ce fait que le glycol déplace les alcools méthylique et éthylique de leurs dérivés sodés :



$$CH^3ONa + C^2H^6O^2 = C^2H^5O^2Na + CH^3OH,$$
$$2CH^3ONa + C^2H^6O^2 = C^2H^4O^2Na^2 + 2CH^3OH.$$

L'emploi des deux méthodes que j'ai indiquées récemment : action d'un métal-ammonium sur un alcool ou double décomposition entre un alcoolate alcalin et un sel métallique m'a permis de préparer un certain nombre de glycol-alcoolates. En outre, l'action de la chaleur sur les glycol-monoalcoolates alcalins m'a fourni une réaction qui, à ma connaissance, n'avait pas encore été mentionnée et qui permet d'expliquer comment Würtz a pu obtenir un glycol disodé en chauffant à 190° le glycol monosodé avec du sodium.

Glycol-monoalcoolates alcalins. — Le glycol dissous dans AzH^3 liquide décolore immédiatement à — 50° la solution bleue d'un ammonium alcalin avec formation de précipités blancs insolubles. En partant d'un poids déterminé de glycol, la coloration bleue persistante est obtenue quand il s'est dégagé exactement 1^{at} d'hydrogène pour 1^{mol} de glycol; l'analyse du produit solide correspond à la formation d'un dérivé monosubstitué

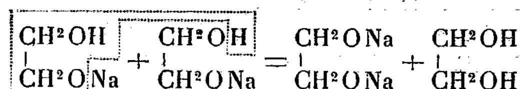


$$\begin{array}{l}CH^2OH\\ |\\ CH^2OH\end{array} + AzH^3M' = \begin{array}{l}CH^2OM'\\ |\\ CH^2OH\end{array} + AzH^3 + H,$$

M' représentant 1^{at} de sodium, de potassium ou de lithium.

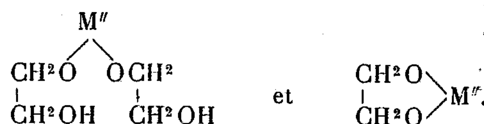
Les glycol-monoalcoolates de sodium et de potassium sont très bien cristallisés; celui de lithium est une poudre blanche amorphe.

Glycol-dialcoolates alcalins. — Si l'on chauffe un glycol-monoalcoolate alcalin dans un courant d'hydrogène pur et sec, il commence à perdre du glycol vers 165°. A 200°, le départ du glycol devient très rapide; quand la réaction est terminée, il reste dans le tube une masse dure, amorphe, de glycol bisubstitué. Dans cette réaction 2^{mol} de glycol-monoalcoolate se sont unies pour perdre une molécule de glycol avec formation d'un glycol-dialcoolate alcalin



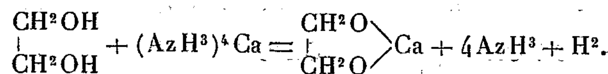
Ce mécanisme explique la réaction de Würtz chauffant à 190° son glycol monosodé avec du sodium; ce dernier réagissait sur le glycol mis en liberté jusqu'à ce que tout soit transformé en glycol disodé. On remarquera également l'analogie qui existe entre cette réaction et la transformation des bicarbonates alcalins en carbonates neutres avec perte de H^2O et de CO^2 sous l'influence de la chaleur.

Glycol-alcoolates de calcium, baryum, strontium et plomb. — La théorie permettait de prévoir la formation des deux dérivés



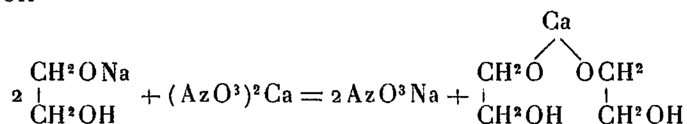
L'expérience montre que seuls les dérivés bisubstitués peuvent exister, les deux atomes d'hydrogène fonctionnel étant remplacés par un atome M″ de métal bivalent.

L'action d'un ammonium alcalino-terreux donne immédiatement un glycol-alcoolate neutre

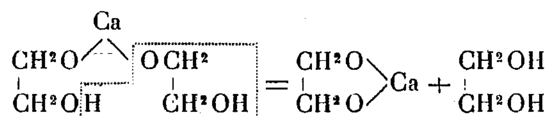


C'est encore le glycol-alcoolate neutre qui se produit quand on cherche à obtenir le monoalcoolate par double décomposition; théoriquement on

devrait avoir

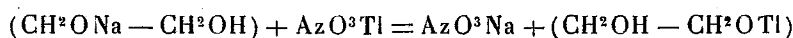


Ce composé se détruit immédiatement, même à basse température, en glycol et glycol-alcoolate neutre



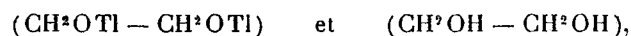
Cette réaction rappelle en tous points la double décomposition entre un bicarbonate alcalin et un sel métallique, qui au lieu de fournir le carbonate acide $(CO^3)^2 H^2 M''$ donne le carbonate neutre avec dégagement de CO^2 dès la température ordinaire.

Glycol-alcoolates de thallium. — La double décomposition entre le glycol monosodé et l'azotate thalleux conduit de suite au dérivé bisubstitué. La réaction



$$(CH^2ONa - CH^2OH) + AzO^3Tl = AzO^3Na + (CH^2OH - CH^2OTl)$$

étant suivie de la décomposition immédiate à froid en



$$(CH^2OTl - CH^2OTl) \quad \text{et} \quad (CH^2OH - CH^2OH),$$

on retrouve, en effet, mélangé à AzO^3Na provenant des lavages, tout le glycol correspondant à ces transformations spontanées.

En résumé, les métaux alcalins sont seuls susceptibles de fournir des glycol-monoalcoolates stables à la température ordinaire; pour les alcalino-terreux et le plomb, les monoalcoolates n'existent pas plus que les bicarbonates correspondants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bromuration de la cyclohexanone et du cyclohexanol.* Note de MM. **F. Bodroux** et **F. Taboury**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. 153, p. 349) nous avons montré que le brome, agissant en présence du bromure d'alu-

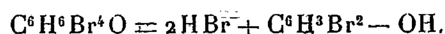
minium sur la cyclohexanone transforme celle-ci en un dérivé tétrabromé.

Ce composé fond à 119° en un liquide rouge qui, maintenu à cette température, laisse bientôt dégager des bulles gazeuses. A 125°, la décomposition est plus rapide; il y a mise en liberté de vapeurs de brome, formation d'acide bromhydrique et d'un liquide à odeur de phénol, soluble dans les alcalis.

Ce liquide est un mélange de plusieurs monobromophénols et du dibromo-2.6-phénol dont la formation est exprimée par les équations suivantes :



$$C^6H^6Br^4O = Br^2 + HBr + C^6H^4Br - OH,$$



$$C^6H^6Br^4O = 2HBr + C^6H^3Br^2 - OH.$$

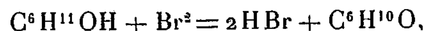
Par action du brome, à froid et au soleil, sur la cyclolexanone, Wallach (*Lieb. Ann. Ch.*, t. CCCXLIII, p. 133) a obtenu un dérivé tétrabromé de ce corps fusible à 119°-120°, se détruisant entre 120° et 130° en perdant H Br et en fournissant du dibromo-2.6-phénol. Nous avons préparé ce composé et nous avons constaté qu'il est identique au nôtre.

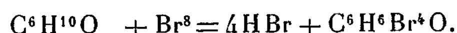
La méthode de Wallach et celle que nous avons indiquée ne fournissent pas la tétrabromocyclohexanone avec un bon rendement. Dans le but d'augmenter celui-ci, nous avons opéré au sein du tétrachlorure de carbone, en présence de quantités variables de bromure d'aluminium, de chlorure d'aluminium, de chlorure de zinc. Ces essais n'ont pas fourni d'excellents résultats. Nous avons alors supprimé les sels métalliques anhydres et traité directement la cétone par le brome dilué dans CCl^4. Dans ces conditions, le rendement en tétrabromocyclohexanone s'améliore beaucoup; il oscille suivant les conditions dans lesquelles on se place entre 80 et 95 pour 100.

Si l'on effectue, à la température ambiante, la bromuration de la cyclohexanone en présence de l'acide acétique, le rendement en dérivé tétrabromé tombe à 50 pour 100. En opérant à la température d'ébullition de ce solvant, il y a une réaction énergique et celle-ci fournit, à côté de produits goudronneux que nous n'avons pu purifier, une notable quantité de *tribromo-2.-4.6-phénol.*

Le brome en solution dans le tétrachlorure de carbone attaque le cyclohexanol. La réaction est peu énergique et il se dégage régulièrement de l'acide bromhydrique. Qu'on opère à la température du laboratoire ou à celle d'ébullition du dissolvant, que la durée de la réaction soit 2 heures ou 48 heures, celle-ci fournit toujours, avec le même rendement, les mêmes

composés, *tétrabromocyclohexanone* et *dibromocyclohexane*.


$$C^6H^{11}OH + Br^2 = 2HBr + C^6H^{10}O,$$


$$C^6H^{10}O + Br^8 = 4HBr + C^6H^6Br^4O.$$


$$C^6H^{11}OH + 2Br = HBr + C^6H^{10}Br - OH,$$


$$C^6H^{10}Br - OH + HBr = C^6H^{10}Br^2 + H^2O.$$

En traitant par le brome, au sein de l'acide acétique bouillant, le cyclohexanol, cet alcool est détruit. Il se dégage en abondance de l'acide bromhydrique et, comme dans le cas de la cyclohexanone, il y a formation en quantité notable de *tribromo*-2.4.6-*phénol*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dibromophénylisoxazolone et dérivés.* Note [1] de M. **André Meyer**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La *phénylisoxazolone*, possédant un groupement CH^2 négatif, j'ai essayé de la transformer, par application des méthodes générales connues, en dérivé cétonique. Ce résultat n'a pu être obtenu jusqu'ici, la molécule étant détruite, avec formation, dans la plupart des cas, de *benzonitrile*.

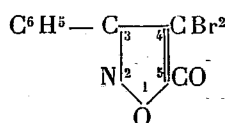
J'ai alors remplacé cette cétone par le dérivé dibromé correspondant. Les dérivés méthyléniques possèdent, en effet, la propriété de substituer directement par le brome leurs atomes d'hydrogènes négatifs. La phénylisoxazolone ne fait pas exception à cette règle.

Préparation. — La 4.4-*dibromophénylisoxazolone* se prépare en ajoutant peu à peu deux molécules de brome à une molécule de phénylisoxazolone, les deux réactifs étant dilués dans un solvant convenable, l'acide acétique, par exemple. Il se dégage HBr; la réaction terminée, le dérivé dibromé est isolé par addition d'eau. On le purifie par cristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, par exemple. Le rendement est très voisin de la théorie.

Propriétés. — La 4.4-*dibromophénylisoxazolone*, $C^9H^5O^2NBr^2$, constitue un composé incolore, fondant à 76°-77°, sans décomposition. Très soluble dans l'éther, le chloroforme, l'acétone et l'éther acétique, il l'est moins dans l'alcool ou l'acide acétique. Par évaporation lente de ses solutions, on l'obtient en gros cristaux hexagonaux très réfringents. Sa formule de

(1) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.

constitution est la suivante :



Le brome peut être éliminé facilement à l'aide de divers réactifs, les *hydrazines* en particulier.

Action de la phénylhydrazine. — Une solution de *phénylhydrazine* (3^{mol}) réagit immédiatement sur une solution de 1^{mol} de dérivé dibromé, en produisant une *hydrazone*, $C^{15}H^{11}O^2N^3$. Sa formation est accompagnée d'un notable dégagement de chaleur. Cette hydrazone est identique au *benzène-azo-phénylisoxazolone* (1). On peut conclure de cette expérience que les deux atomes de brome se trouvent bien fixés au carbone 4, comme il a été admis ci-dessus.

Dans les mêmes conditions, la *para-nitrophénylhydrazine* conduit à une *p-nitrophénylhydrazone*, $C^{15}H^{10}O^4N^4$, identique au *p-nitrobenzène-azo-phénylisoxazolone* (2).

Les azoïques mixtes dérivant de la phénylisoxazolone ne se différencient donc pas des hydrazones correspondantes.

Action des phénylhydrazines substituées. — Il m'a paru intéressant d'étudier l'action des hydrazines substituées asymétriques : j'ai choisi, à ce point de vue, la *méthylphénylhydrazine asym.*, la *benzoylphénylhydrazine asym.* et enfin la *benzylphénylhydrazine asym.*

Le premier de ces composés produit avec le dérivé dibromé une *méthylphénylhydrazone* $C^{16}H^{13}O^2N^3$, cristallisant de l'alcool ou de l'acide acétique en fines aiguilles orangées, fondant à 148° sans décomposition. Ce produit est peu soluble à froid dans l'alcool et l'acide acétique.

La *benzoylphénylhydrazine asym.* ne conduit pas à la formation d'une benzoylhydrazone, mais on observe la production du *benzène-azo-phénylisoxalone*, le groupe benzoyle se trouvant détaché dans cette réaction.

La *benzylphénylhydrazine asym.* fournit normalement une *benzylphénylhydrazone*, $C^{22}H^{17}O^2N^3$, fondant à 126°-127°, sans se décomposer, et se présentant en aiguilles prismatiques jaune foncé, après cristallisation dans

(1) CLAISEN et ZEDEL, *D. ch. G.*, t. XXIV, p. 142. — ANDRÉ MEYER, *Comptes rendus*, t. 150, p. 1767.

(2) MEYER, *Comptes rendus*, t. 152, p. 611.

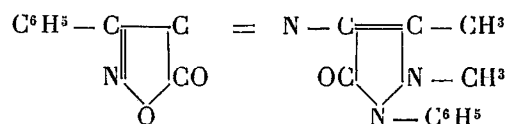
l'alcool ou l'acide acétique. Elles sont très solubles dans l'éther, l'acétone ou le chloroforme.

Action de la semi-carbazide. — La *semi-carbazide*, en milieu hydro-alcoolique, donne, en présence d'acétate de sodium, une *semi-carbazone*, $C^{10}H^{8}O^{3}N^{4}$. Ce produit s'obtient en fines aiguilles jaune pâle, se décomposant vers 230°-232°, peu solubles dans l'alcool ou l'acide acétique.

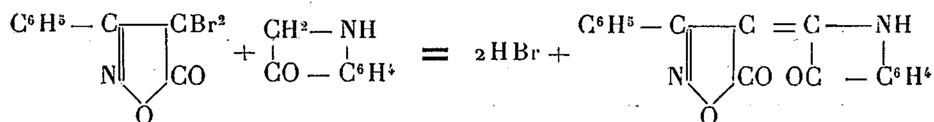
Action de l'hydroxylamine. — L'*hydroxylamine* réagit de même sur le dérivé dibromé, en fournissant une *oxime* $C^{9}H^{6}O^{3}N^{2}$, laquelle est *identique* à l'*isonitroso-phénylisoxazolone.*

Action des amines. — Les amines éliminent également le brome du dérivé dibromé.

Les *amines hétérocycliques* permettent de préparer des *acides rubazoniques*. L'*amino-antipyrine*, par exemple, en milieu alcoolique, produit une coloration rouge foncé. Par précipitation par l'eau et extraction au chloroforme, on isole l'*antipyryl-imino-cétophénylisoxazolone*. Cet acide rubazonique mixte, déjà préparé par une autre méthode ([1]), possède la constitution



Action de l'indoxyle. — La dibromophénylisoxazolone permet d'obtenir des *dérivés indigoïdes*. L'*acide indoxylique*, ou une solution d'*indoxyle*, réagissant, en présence d'acétate de sodium ou de pyridine, sur une quantité équivalente de dibromé, produisent une coloration violacée intense; après quelques instants de chauffe au bain-marie, il se forme un précipité. Celui-ci, épuisé par l'acétone et l'éther acétique, abandonne le *phénylisoxazol-indol-indigo*, lequel est recristallisé dans l'acide acétique. La production de ce composé a lieu selon l'équation



Ce corps est identique avec celui préparé par M. Wahl, par action du

([1]) ANDRÉ MEYER, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1679.

chlorure d'isatine sur la phénylisoxazolone [1]. Il se dissout facilement dans l'acétone, l'éther acétique, assez peu à froid dans l'alcool ou le chloroforme. L'acide sulfurique concentré donne une solution rouge grenat foncé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Bromuration de quelques composés hydroaromatiques.* Note [2] de MM. **F. Bodroux** et **F. Taboury**, présentée par M. Charles Moureu.

Nous avons précédemment montré (*Comptes rendus*, t. 152, p. 1252) que le brome, agissant en présence d'une petite quantité de bromure d'aluminium, transforme le dibromo-1.2-cyclohexane en benzène hexabromé.

En faisant subir le même traitement aux composés suivants :

Dichloro-1.2-cyclohexane,
Chloro-1-iodo-2-cyclohexane,
Chloro-1-dibromo-1.2-cyclohexane,

dérivés dichlorés, *trichlorés*, *tétrachlorés*, liquides du cyclohexane, obtenus par le procédé de Sabatier et Mailhe, il y a eu, dans tous les cas, formation de benzène hexabromé ; mais, alors que cette substance est fournie par les dérivés dichlorés du cyclohexane avec un rendement de 70 pour 100 environ, celui-ci s'abaisse à 50 pour 100 avec le dérivé tétrachloré.

Dans les mêmes conditions, le *tétrachlorocyclohexane*, fusible à 173°, et l'*hexabromure de benzine*, insolubles dans le brome, ne sont pas attaqués par ce réactif, quelle que soit la durée du contact. Le *chlorocyclohexène* Δ' réagit, par contre, avec énergie et il fournit le benzène hexabromé avec un rendement de 70 pour 100.

Nous avons également bromé, en présence du bromure d'aluminium, l'hydrocarbure (ébull. 80°-81°) que fournit l'action de la quinoléine sur le dibromo-1.2-cyclohexane, et un hydrocarbure (ébull. 82°-84°) que nous avons obtenu en petite quantité dans la préparation du chlorocyclohexène Δ' à partir de la cyclohexanone. Ces corps, qui paraissent être des mélanges, nous ont fourni C^6Br^6, le premier avec un rendement de 74 pour 100, le second 52 pour 100.

Les liquides précédents renfermant des cyclohexadiènes, nous avons

---

(1) A. Wahl, *Comptes rendus*, t. 148, p. 352.

(2) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.

essayé, en les bromant à froid, d'obtenir un ou plusieurs dérivés tétrabromés du cyclohexane. Seul, le produit préparé avec le dibromo-1.2-cyclohexane, nous a conduits, avec un mauvais rendement, au résultat cherché.

En solution chloroformique fortement refroidie, l'hydrocarbure (ébull. 80°-81°) a été traité par la quantité de brome nécessaire pour le transformer, par addition, en $C^6H^8Br^4$. Puis le mélange liquide, coloré en rouge par une portion de l'halogène qui n'a pas réagi, a été abandonné au repos, pendant 3 jours, et nous avons eu soin de le placer au soleil le plus longtemps possible; il s'est dégagé une faible quantité d'acide bromhydrique. Par évaporation, nous avons obtenu un liquide huileux, qui lentement a abandonné un composé solide. Celui-ci cristallise dans la ligroïne et dans l'alcool en gros prismes fusibles à 85°-86°; il possède la composition d'un *tétrabromocyclohexane*.

L'huile qui l'a laissé déposer a été soumise à la distillation dans un courant de vapeur d'eau. Le liquide recueilli bout sous 25^{mm} entre 102° et 103°; il possède la composition et les propriétés du *dibromo-*1.2*-cyclohexane*. L'hydrocarbure employé est donc un mélange et, comme l'a reconnu Harries (*Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. II, p. 319), il renferme du cyclohexène.

Le *tétrabromocyclohexane*, fusible à 85°-86°, est lentement attaqué par le brome tenant en dissolution 1 pour 100 d'aluminium. Le produit de la réaction est un mélange de plusieurs composés solides qu'il ne nous a pas été possible d'obtenir à l'état pur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés de l'oxyde de diphénylène.* Note de M. A. MAILHE, présentée par M. Charles Moureu.

On connaît actuellement un très petit nombre de dérivés de l'oxyde de diphénylène, $C^6H^4 - C^6H^4$. Un dérivé dinitré a été signalé par Hoff-



meister [1], avec un point de fusion de 200°, et son dérivé diaminé fond à 188° [2].

En 1908 Borsche et Bothe [3] ont décrit le mononitrodiphénylène, qu'ils ont préparé par action de NO^3H sur la solution acétique de l'oxyde

(1) HOFFMEISTER, *Liebig's Annalen der Chimie*, t. CLIX, p. 214.
(2) GALEWSKY, *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CCLXIV, p. 192.
(3) BORSCHE et BOTHE, *Deut. chem. Gesell.*, t. XLI, p. 1940.

de diphénylène. Ce composé fond à 181-182°, et l'amine correspondante fond à 94°. Ces savants ont préparé un certain nombre de dérivés de cette amine.

L'étude des dérivés nitrés de l'oxyde de diphénylène est, on le voit, fort incomplète. Je me suis proposé de la reprendre en utilisant l'oxyde de diphénylène, qu'on prépare si aisément, par la méthode Sabatier et Mailhe, à l'aide de la thorine.

La nitration directe de l'oxyde de diphénylène, effectuée à l'aide d'acide azotique fumant, conduit à une masse visqueuse brune. Si on la traite par de l'éther, elle se change en une poudre jaune, qu'on sèche facilement. La fusion de cette poudre commence vers 180°, et n'est complète que vers 205°-210°. Ce n'est pas un composé défini. Je l'ai soumise à des épuisements successifs à l'aide de benzine et d'alcool, afin d'en isoler un composé bien net.

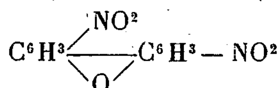
1° La benzine dissout une partie de la poudre. Par évaporation du solvant, il reste des écailles fondant à 140°-150°. Ce résidu n'est pas pur. Repris par l'alcool bouillant, il abandonne à ce dernier une fraction qui fond à 122°; le résidu insoluble dans l'alcool fond à 168°.

2° Après le traitement à la benzine, la poudre a été traitée par l'alcool bouillant, une portion s'est dissoute; après évaporation de l'alcool, elle fond à 122°.

Le résidu provenant de ces deux traitements à la benzine et à l'alcool fond nettement à 245°.

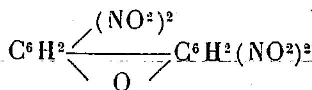
J'ai séparé ainsi du produit brut de la nitration directe trois composés :

1° Le corps fondant à 245° est *l'oxyde de diphénylène dinitré*,



(N pour 100 trouvé 11,2; calculé 10,8). D'après Krämer et Weingerber, l'attache des noyaux sur l'oxygène se faisant en position 2, il en résulte, d'après toutes les analogies, que les deux résidus nitrés se sont placés en para par rapport à l'oxygène.

2° Le corps fondant à 168° est *l'oxyde de diphénylène tétranitré*,

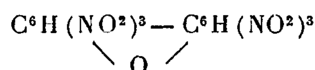


(N pour 100 : trouvé 15,7; calculé 16,1).

3° Le corps fondant à 122° est *l'oxyde de diphénylène pentanitré* (N pour 100 : trouvé 17,5 ; calculé 17,8). Ces deux corps existent en proportions faibles, et l'on comprend que leur présence ait pu abaisser le point de fusion du dérivé dinitré décrit par Hoffmeister.

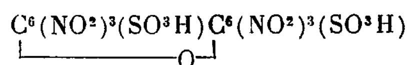
Le dérivé dinitré, réduit par le fer et l'acide acétique, fournit une diamine fondant à 125°. Elle donne une coloration rouge sang avec le perchlorure de fer.

Lorsqu'on poursuit la nitration des dérivés polynitrés précédents avec le mélange sulfonitrique additionné d'un excès d'acide azotique fumant, on obtient un composé qui fond à 135°. C'est *l'oxyde de diphénylène hexanitré*



(N pour 100 ; trouvé 18,8 ; calculé 19,1).

Une nitration plus énergique ne donne pas de dérivé nitré supérieur. Mais si l'on dissout le composé hexanitré dans l'acide sulfurique fumant chaud, il fournit, après traitement par l'eau, une poudre blanche fondant à 215°. C'est le dérivé *disulfoné de l'oxyde de phénylène hexanitré*,



(N pour 100 : trouvé 13,8; calculé 14. — SO^4H^2 pour 100 : trouvé 19,2 ; calculé 19,1.)

Lorsqu'on traite à chaud la dissolution acétique de l'oxyde de diphénylène par l'acide azotique fumant, on obtient des aiguilles soyeuses jaunes. Purifiées par des traitements à l'alcool et à l'éther, elles deviennent blanches et fondent à 175°. Elles constituent le dérivé *mononitré de l'oxyde de diphénylène*, $C^6H^4 - C^6H^3NO^2$. Ce corps a été déjà isolé par Borsche et Bothe.



Sa réduction par le fer et l'acide acétique est très pénible; elle conduit à l'amine, $C^6H^4 - C^6H^3NH^2$, qui fournit avec le chlorure de chaux une



coloration rose.

Sauf ce dernier dérivé, les composés nitrés précédents étaient tous inconnus. L'oxyde de paradicrésylène conduit aussi à des dérivés nitrés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi des carbonates dans la préparation catalytique des cétones.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Charles Moureu.

Dans une série de Communications (1) j'ai fait connaître une méthode générale de préparation des cétones grasses et aromatiques, fondée sur la décomposition directe des acides organiques par l'action catalytique de la thorine, de la zircone et des oxydes d'uranium. Ce procédé est entré dans la pratique des laboratoires, et je n'aurais pas eu à y revenir si l'on n'avait semblé récemment en attribuer le principe à Squibb.

En réalité, ce chimiste s'est borné à transformer l'acide acétique en propanone, et cette expérience remonte à l'année 1895 (2). Après avoir constaté que les vapeurs d'acide acétique, en passant dans un serpentin en fer chauffé vers 600°, subissaient une légère décomposition, Squibb remarqua que cette décomposition augmentait lorsque le tube était rempli de pierre ponce, et qu'elle devenait presque complète lorsque, à la pierre ponce, il mêlait du carbonate de baryum. Il n'est nullement question de catalyse dans ce dispositif, où Squibb, comme l'indiquent ses Mémoires, s'est préoccupé de répartir convenablement la chaleur de manière à décomposer l'acide acétique avec le minimum de produits inflammables (CH^4, CO, etc.).

C'est Conroy qui, en rapportant l'expérience de Squibb, en 1902, attribua au carbonate de baryum une action catalytique, qui lui paraissait devoir être commune aux carbonates de tous les métaux dont les acétates fournissent la propanone par calcination (3). Et, en effet, quelques années plus tard, Ipatiew obtenait, avec les carbonates de strontium, de cérium et de zinc, les mêmes rendements en propanone qu'avec le carbonate de baryum (4). Je suis arrivé aux mêmes résultats avec le carbonate de calcium.

On comprendra qu'il en soit de la sorte, si le premier effet de l'acide acétique sur ces carbonates est de les transformer en acétates, lesquels se

(1) J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, t. 148, p. 927; t. 149, p. 213 et 995; t. 150, p. 111, 702 et 1336; t. 152, p. 90 et 384.

(2) *Journ. Am. chem. Soc.*, 1895, p. 187; *Journ. Soc. chem. Ind.*, t. XIV, p. 506 et t. XV, p. 612.

(3) Conroy, *Revue générale des Sciences*, t. XIII, 1902, p. 574.

(4) Ipatiew, *Journ. Soc. phys. chim. r*, t. XL, 1908, p. 514.

décomposeront ensuite plus ou moins, selon la température, comme dans la préparation classique de la propanone. Or, c'est bien ainsi que s'accomplit la réaction.

Avec le marbre blanc, très finement pulvérisé, sur lequel on dirige des vapeurs acétiques, on a, jusqu'à 380°, formation exclusive d'acétate de calcium. En élevant ensuite progressivement la température, tandis que l'acétate continue à se former, une partie se détruit, et si la formation est à peu près aussi rapide que la destruction, comme cela se produit vers 480°, la réaction présentera l'aspect d'un phénomène catalytique.

Les choses se passent exactement comme pour la chaux, dont j'ai décrit l'action décomposante vis-à-vis de l'acide acétique, et c'est également comme la chaux que se comportent les carbonates par rapport aux homologues de cet acide (¹).

Avec les carbonates de baryum et de calcium, de même qu'avec la chaux, les acides butyrique, isobutyrique et isovalérique fournissent des sels qui ne commencent à se décomposer que bien au-dessus de 400°, en donnant des quantités insignifiantes de cétones. Les vapeurs de 25^{cm^3} d'acide isobutyrique, par exemple, en passant, vers 480°, sur le carbonate de baryum, ont fourni seulement 3^{cm^3} d'un liquide renfermant $2^{cm^3},5$ d'acide non altéré et d'eau, et un résidu de $0^{cm^3},5$ où se trouvait l'isobutyrone, reconnaissable à son odeur de menthe camphrée. Il s'était formé, en même temps, une notable proportion de produits pyrogénés, comme l'indique l'analyse suivante du gaz dégagé :

Gaz carbonique....................	50	pour 100
Carbure éthylénique................	23,3	»
Oxyde de carbone..................	8,2	»
Hydrogène.........................	18,5	»

Il résulte de cet exposé que les carbonates ne se distinguent pas de tant d'autres corps qui fournissent, comme je l'ai montré, d'assez bons rendements en propanone avec l'acide acétique, mais qui, vis-à-vis des homologues de cet acide, sont à peu près inactifs, ou ne les décomposent que d'une façon irrégulière.

Telle est, en particulier, la poudre de zinc, dont Iahn s'était servi dès 1880 (15 ans par conséquent avant l'expérience de Squibb) pour décomposer les acides formique, acétique, butyrique, soit par leur passage

(¹) J.-B. SENDERENS, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, p. 907.

sur cette poudre chauffée au-dessus de 300°, soit par leur distillation sur la poudre en question ([1]). Ainsi que je l'ai constaté, la poudre de zinc, chauffée dans un courant de vapeurs d'acides organiques, fournit, avec l'acide acétique, 60 pour 100 environ de propanone; mais, avec l'acide propionique, le rendement en cétone est très faible, et à peu près nul pour les acides isobutyrique et isovalérique ([2]).

C'est également à la transformation de l'acide acétique en propanone que s'étaient bornées les recherches faites par Ipatiew avec un certain nombre de carbonates, d'oxydes et de métaux ([3]).

Ce mode de réaction paraissait donc spécial à l'acide acétique, et l'on pouvait croire qu'il en serait des cétones comme des carbures forméniques, dont la préparation par la décomposition pyrogénée des acides gras ne réussit que pour le premier terme, le méthane.

C'est dans ces conditions que je fus assez heureux pour rencontrer, dans la thorine d'abord, et ensuite dans la zircone et l'uranyle, des catalyseurs qui m'ont permis d'instituer une méthode générale de préparation catalytique des cétones, facilement applicable aux acides aromatiques comme aux acides gras, et n'ayant par cela même aucune ressemblance avec les expériences de Squibb, de Iahn et d'Ipatiew.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la triméthyldiapoharmine, base nouvelle provenant de la réaction d'Hofmann appliquée à l'apoharmine.* Note de M. **V. Hasenfratz**, présentée par M. A. Haller.

On sait que l'apoharmine $C^8H^8N^2$ forme la partie azotée de la harmaline $C^{13}H^{14}N^2O$ et de la harmine $C^{13}H^{12}N^2O$. L'étude de ce noyau, d'apparence fort simple, est de la plus grande importance pour la recherche de la constitution de ces deux alcaloïdes.

Il était intéressant d'effectuer la réaction d'Hofmann sur l'apoharmine dans le but d'éliminer, si possible, les deux atomes d'azote qu'elle renferme et d'aboutir à des composés plus simples pouvant renseigner sur la structure moléculaire de cette base. Cette méthode a été appliquée avec succès à un certain nombre d'alcaloïdes et a été employée récemment par

([1]) Hans Iahn, *D. ch. G.*, t. XIII, p. 2107.

([2]) J.-B. Senderens, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, p. 908.

([3]) Ipatiew, *loc. cit.*

MM. Moureu et Valeur au cours de leurs recherches sur la dégradation de la spartéine.

J'ai été ainsi amené à préparer successivement l'*apoharmine*, l'*iodhydrate de méthylapoharmine*, la *méthylapoharmine*, l'*iodométhylate de méthylapoharmine*, le *méthylhydrate de méthylapoharmine* et à distiller ce dernier dans le vide. Les résultats de ces diverses opérations font l'objet de cette Note.

L'*apoharmine* a été obtenue par un procédé beaucoup plus avantageux que celui de O. Fischer et que j'ai indiqué dans une précédente Communication [1].

L'apoharmine $C^8H^8N^2$ se combine à l'iodure de méthyle en donnant l'*iodhydrate de méthylapoharmine* $C^8H^7N^2CH^3,HI$, que la potasse décompose en *méthylapoharmine* $C^8H^7N^2CH^3$. O. Fischer purifie cette dernière base par cristallisation dans un mélange de benzine et de ligroïne et obtient des aiguilles fondant à 77°-78° [2]. En reprenant cette question, j'ai constaté que la méthylapoharmine, quoique soluble dans l'eau, pouvait cristalliser aisément dans ce dissolvant. Les cristaux, séchés à l'air, ont pour formule $C^8H^7N^2CH^3 + 2H^2O$ et fondent à 64°. Ils se déshydratent complètement dans le vide ou à l'air sec et le point de fusion du produit anhydre est alors de 183°.

La méthylapoharmine se prête à la formation de dérivés halogénés monosubstitués; à côté de la bromométhylapoharmine $C^8H^6BrN^2CH^3$ déjà décrite [3], j'ai préparé l'*iodométhylapoharmine* $C^8H^6IN^2CH^3$. Pour cela, il suffit de traiter une solution aqueuse de méthylapoharmine, additionnée de potasse, par l'iode dissous dans l'iodure de potassium; le précipité formé cristallise dans l'alcool en aiguilles incolores, point de fusion 156°. On l'obtient encore par l'action de la potasse sur le produit résultant de la combinaison de l'iodoapoharmine avec l'iodure de méthyle. L'iodométhylapoharmine est une base monoacide : elle fournit un chlorhydrate cristallisé $C^8H^6IN^2CH^3, HCl + 2H^2O$, et un chloroplatinate jaune cristallin $(C^8H^6IN^2CH^3, HCl)^2PtCl^4$.

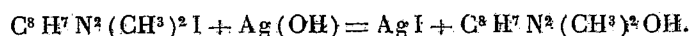
La méthylapoharmine s'unit à l'iodure de méthyle en formant l'*iodométhylate de méthylapoharmine* $C^8H^7N^2CH^3, CH^3I$: aiguilles blanches, solubles dans l'eau et dans l'alcool méthylique. La potasse est sans action sur ce composé; par contre, l'oxyde d'argent, en présence de l'eau, le trans-

(1) V. Hasenfratz, *Comptes rendus*, t. 154, p. 704.

(2) O. Fischer, *Berichte*, t. XXX, p. 2488.

(3) V. Hasenfratz, *Comptes rendus*, t. 154, p. 216.

forme en *méthylhydrate de méthylapoharmine* $C^8H^7N^2(CH^3)^2OH$, d'après l'équation



$$C^8H^7N^2(CH^3)^2I + Ag(OH) = AgI + C^8H^7N^2(CH^3)^2OH.$$

La solution de méthylhydrate de méthylapoharmine, séparée de l'iodure d'argent par filtration, a une réaction très alcaline et possède une fluorescence bleue intense. On évapore cette solution dans le vide. Le résidu solide, à peine coloré, est alors chauffé jusqu'à distillation. On recueille une huile jaune qui, au bout de quelques jours, fournit des cristaux qu'on purifie par plusieurs cristallisations dans l'éther absolu. Finalement, on obtient des tablettes incolores, très solubles dans l'alcool, solubles dans l'éther et fondant à 74°,5. Ces cristaux, mis en contact avec l'eau froide, se liquéfient sans s'y dissoudre : cette propriété est due probablement à la formation d'un hydrate insoluble, liquide à la température ordinaire.

L'analyse élémentaire de la nouvelle base et le dosage de platine dans son chloroplatinate correspondent à la formule $C^{19}H^{22}N^4$, et l'on peut exprimer la décomposition du méthylhydrate de méthylapoharmine par l'équation



$$2C^8H^7N^2(CH^3)^2OH = CH^3OH + H^2O + C^{19}H^{22}N^4.$$

On voit que cette réaction met en jeu quatre méthyles dont un s'élimine par suite de la formation d'alcool méthylique; il faut donc admettre que les trois autres sont implicitement contenus dans la formule $C^{19}H^{22}N^4$ qu'on peut alors écrire $C^{16}H^{13}(CH^3)^3N^4$. La nouvelle base $C^{19}H^{22}N^4$ serait un dérivé triméthylé d'une diapoharmine hypothétique $(C^8H^8N^2)^2$ ou $C^{16}H^{16}N^4$: je propose de la désigner sous le nom de *triméthyldiapoharmine*.

En appliquant à cette base la méthode classique de Herzig et Meyer, j'ai constaté qu'elle renfermait deux méthyles unis à l'azote; il faut en conclure que le troisième est rattaché directement à la partie carbonée de la molécule de la triméthyldiapoharmine. On peut interpréter ce fait en admettant que la décomposition du méthylhydrate de méthylapoharmine est accompagnée d'une migration dans le noyau d'un des méthyles primitivement liés à l'azote.

Malgré ses quatre atomes d'azote, la triméthyldiapoharmine se comporte comme une base diacide. Elle donne un chloroplatinate jaune cristallin $C^{19}H^{22}N^4 2HCl, PtCl^4$ et un diiodométhylate $C^{19}H^{22}N^4, 2CH^3I$ qui cristallise en aiguilles incolores, solubles dans l'eau et dans l'alcool.

On voit, d'après les faits précédents, que la réaction d'Hofmann

n'aboutit pas à la dégradation de l'apoharmine $C^8H^8N^2$; elle conduit, au contraire, à une base complexe renfermant 4[at] d'azote : la triméthyl-diapoharmine $C^{19}H^{22}N^4$. Peut-être faut-il attribuer ce résultat inattendu au nombre restreint d'atomes d'hydrogène contenus dans l'apoharmine. On sait, en effet, que la réaction d'Hofmann se poursuit normalement dans le cas de la pipéridine $C^5H^{11}N$, tandis qu'elle échoue avec la pyridine C^5H^5N. Il serait donc très intéressant d'appliquer la méthode d'Hofmann à la base résultant de la réduction complète de l'apoharmine; malheureusement, celle-ci se laisse difficilement réduire et encore n'obtient-on qu'un dérivé dihydrogéné : la dihydroapoharmine $C^8H^{10}N^2$, isolée par O. Fischer ([1]).

BOTANIQUE. — *Sur la structure de deux Mélastomacées épidendres à racines tubérisées de l'Est de Madagascar.* Note de M. **H. Jacob de Cordemoy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La seule Mélastomacée à racines tubéreuses connue jusqu'à présent paraît être celle que Baillon, en 1877, a nommée *Dissochæta sarcorhiza*. Recueillie d'abord par Dupetit-Thouars, puis par Boivin à l'île Sainte-Marie, et qualifiée par ce dernier de *fausse parasite*, elle se trouvait sans doute sur le tronc des arbres. Il en est bien ainsi pour les deux espèces nouvelles que nous voulons faire connaître et qui appartiennent encore à la flore malgache. Ce sont deux *Medinilla : M. tuberosa* Jum. et Perr. et *M. rubrinervis* Jum. et Perr. ([2]). Ces plantes sont épidendres. Leur tige comprend des rameaux dressés et des rhizomes qui portent à la fois des fascicules de fleurs rouges et de nombreuses racines latérales, normales ou tubérisées. Elles se distinguent aisément par leurs feuilles : le *M. rubrinervis* a des feuilles ovales-lancéolées, triplinerves, très aiguës aux deux extrémités, tandis que celles du *M. tuberosa* sont ovales, plus grandes et plus larges, anguleuses aux deux extrémités, quintuplinerves.

Les racines tubérisées sont, dans les deux espèces, insérées de distance en

([1]) O. Fischer, *Berichte*, t. XXII, p. 641.

([2]) Ces plantes, récoltées par M. Perrier de la Bathie, ont été déterminées par M. le professeur Jumelle, qui a eu l'obligeance de m'en remettre des échantillons. Elles seront décrites ultérieurement par ces botanistes, en même temps que plus de trente autres espèces de même provenance, dont je donnerai, de mon côté, une étude anatomique. Ces recherches feront suite à nos Mémoires déjà publiés dans les *Annales des Sciences naturelles* de 1911.

distance sur les rhizomes. Dans le *M. tuberosa*, ces tubercules ont des formes variées : les plus petits sont assez régulièrement fusiformes; ailleurs, la tubérisation ayant lieu dès la base d'insertion de la racine, le tubercule épais et court est étroitement accolé au rhizome. Parfois enfin, la racine tubérisée présente plusieurs renflements distincts, séparés les uns des autres par des étranglements.

Chez le *M. rubrinervis*, les racines se tubérisent le plus souvent tout près de leur base, de sorte que les tubercules sont rattachés au rhizome par une sorte de pédicule plus ou moins épais, parfois très court. Aussi ces tubercules sont-ils tantôt fusiformes, tantôt cylindro-coniques.

Les particularités anatomiques qui distinguent ces deux *Medinilla* sont les suivantes :

1° La tige de *M. tuberosa* contient deux substances de réserve. C'est d'abord l'amidon, abondamment répandu dans l'écorce et la moelle, bien que les rhizomes, très ligneux, ne soient pas tubérisés. De plus, tout le parenchyme cortical, médullaire, libérien et périmédullaire est plus ou moins collenchymatoïde, c'est-à-dire formé de cellules à parois épaisses, de nature cellulosique. L'écorce surtout est à la fois amylifère et collenchymatoïde dans toutes les parties de la tige. Ces membranes épaisses semblent constituées par la cellulose de réserve de Reiss ou mannaso-cellulose de Schulza. Elles ne se colorent pas en bleu par le chlorure de zinc iodé ou par l'action successive de la solution iodo-iodurée et de l'acide sulfurique étendu; de plus, elles résistent énergiquement aux acides, même à l'acide sulfurique concentré qui les gonfle et ne les dissout que très lentement.

Chez le *M. rubrinervis*, ces mêmes régions anatomiques de la tige sont parenchymateuses, et nullement collenchymatoïdes. Seuls, les rhizomes, quelque peu tubérisés, ont leur moelle étroite et leur écorce épaisse remplies d'amidon. En outre, il renferment du tanin localisé dans un appareil sécréteur spécial, comparable à celui de certains *Dichætanthera*, c'est-à-dire composé de deux réseaux de cellules tannifères, l'un libérien et l'autre périmédullaire, communiquant entre eux par l'intermédiaire des rayons secondaires du bois, également tannifères.

2° La feuille, dans ces deux *Medinilla*, offre un tissu aquifère très développé et formé, sous l'épiderme supérieur, de plusieurs rangs de larges cellules dont les plus profondément situées, qui sont aussi les plus grandes, ont leur membrane diversement épaissie et rigide.

3° Le mode de tubérisation des racines est le même dans les deux espèces. La moelle étroite et lignifiée n'y prend aucune part. L'écorce primaire s'épaissit un peu, mais ne représente qu'une faible partie de la masse charnue du tubercule. Celui-ci, presque entièrement d'origine secondaire, se constitue surtout par l'activité de l'assise génératrice libéro-ligneuse. Cette assise, dans la racine tubérisée, cesse ou à peu près de rejeter en dedans du bois secondaire, et produit, au contraire, en dehors un abondant méristème dans lequel ne se différencient bientôt plus que de petits et rares îlots criblés, lesquels finissent même par disparaître complètement dans les plus gros tuber-

cules. Dans ceux-ci la région libérienne est, par suite, représentée par une épaisse couche de parenchyme secondaire.

Dans le *M. tuberosa*, la zone profonde de cette couche secondaire du tubercule est amylifère; mais cet amidon se résorbe vite, car il paraît utilisé par la plante au fur et à mesure de sa formation. Aussi la majeure partie du parenchyme secondaire et toute l'écorce primaire du tubercule, chez cette espèce, se composent de grandes cellules claires, dont beaucoup ont leur membrane épaissie et rigide, comme celle de certains éléments du tissu aquifère de la feuille. D'ailleurs, les divers réactifs (solutions iodées, sudan, teinture d'orcanette, liqueur de Fehling) n'ont aucune action appréciable sur le contenu de ces larges cellules, qui, par suite, apparaissent elles-mêmes comme aquifères. Et comme elles forment, en définitive, la masse principale du tubercule, celui-ci semble être surtout un organe à réserve aqueuse.

Il en est de même pour la racine tubéreuse de *M. rubrinervis*. Celle-ci ne renferme pas d'amidon. Mais, de même que dans le rhizome, on y observe un appareil sécréteur à tanin dont la disposition est toutefois différente : il est constitué par des files rayonnantes de cellules tannifères du parenchyme secondaire, qui s'anastomosent en un réseau assez régulier; et les mailles de ce réseau sont occupées par de grandes cellules aquifères, à membrane épaissie et rigide, analogues à celles de l'espèce précédente. Sur les sections minces de gros tubercules, traitées par les solutions de bichromate de potassium ou de perchlorure de fer, ce réseau tannifère se distingue aisément par simple examen à la loupe.

En résumé, ces deux espèces nouvelles de *Medinilla* offrent de grandes analogies morphologiques et anatomiques, mais elles se différencient bien par la nature et la répartition particulière de certaines substances de réserve (cellulose, amidon et même tanin) accumulés dans les tissus de leur tige ou de leurs racines tubérisées. Celles-ci paraissent devoir être considérées comme des organes à réserve aqueuse.

Cette accumulation de réserves diverses, particulièrement dans des tubercules, rhizomes ou racines, qui sont, en somme, exceptionnels chez les plantes de cette famille, est sans doute le résultat de l'adaptation de certaines espèces à la vie épidendre.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude de la maladie des Ronds du Pin*. Note de M. **Maurice Mangin**, présentée par M. Louis Mangin.

Cette maladie sévit, comme on le sait, dans différentes régions en France et à l'étranger; elle serait due au développement d'un champignon parasite, le *Rhizina inflata* Schaeff., dont le mycélium, pénétrant dans les racines pour y végéter inter- et intracellulairement, tuerait l'écorce et la couche

cambiale et amènerait ainsi la mort des arbres. Sur ce point Hartig [1] est très affirmatif : « La maladie est provoquée par le développement du mycélium du *Rhizina inflata* ». M. Prillieux [2] l'est beaucoup moins : « La maladie paraît due à un champignon qu'on rencontre fréquemment dans les terrains sableux et dont on trouve le mycélium à l'intérieur des racines des Pins mourants ou morts ».

Quoi qu'il en soit, la maladie, fait généralement admis jusqu'ici, débute toujours autour d'un foyer allumé par des bûcherons ou des rôdeurs [2]; elle se propage de proche en proche, dans le sol, concentriquement autour du point d'infection, un peu comme se manifestent les attaques du phylloxera, de l'*Armillariella mellea* et l'*Ungulina annosa*. Comme son nom l'indique, elle paraît exercer ses ravages surtout dans les pineraies, elle attaque principalement le Pin maritime, puis aussi le Pin sylvestre, soit en peuplements mélangés Pin sylvestre et Pin maritime [3], soit en peuplements purs [4]. En Allemagne. Hartig a signalé l'apparition de la maladie sur *Abies pectinata*, *Tsuga Mertensiana Picea sitkaensis*, *Pseudotsuga Douglasii*, *Pinus Strobus* et *Larix europœa* [5]. Enfin les Ronds du Pin ne se présenteraient jamais sur de bons sols, ni dans les peuplements où les résineux sont mélangés à des feuillus [6].

A la suite des incendies particulièrement violents de l'été dernier dans la forêt de Fontainebleau, j'avais constaté l'abondance des fructifications de *Rhizina inflata* dans les régions où les peuplements étaient absolument sains. Comme j'ai dû, en vue de l'estimation des Pins brûlés, parcourir, pour marquer les arbres à abattre et à vendre, plus de 500 hectares de pineraies ravagées par le feu, j'ai pu compléter ces observations; voici les constatations que j'ai faites au cours de ces opérations :

---

(1) R. Hartig, *Traité des maladies des arbres*, traduit par J. Gerschel et Henry, Paris 1893.

(2) Ed. Prillieux, *Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers*, Paris, 1897.

(3) J. Duchalais, *Maladie ronde des Pins maritimes*, Comité central agricole de Sologne 1893.

(4) De la Boulaye, *Mémoire sur la maladie ronde* (*Mém. de la Soc. d'Agric., Sciences, etc. d'Orléans*, 1879).

(5) R. Hartig, *Sitzungsberichte des botanischen Vereines in München*, Janvier 1891; *Botan. Centralblatt*, 1891.

(6) Ed. Prillieux, *Communication à la Société des Agriculteurs de France*, février 1880.

1° Les fructifications du *Rhizina inflata* ont été particulièrement abondantes dans certaines parcelles où tous les arbres étaient sains et bien venants, où jamais la maladie des Ronds du Pin n'a été signalée; dans les unes le peuplement était constitué par un mélange de Pin sylvestre et de Pin maritime (comme à la Croix du Grand-Veneur, parcelle C de 14e série et au Canton du Long-Boyau, coupon 27 de 21e série); dans les autres, le peuplement était formé par du Pin sylvestre pur et même par un mélange de Pin sylvestre et de Chêne pédonculé, sans qu'il y ait *jamais* eu de Pin maritime (comme au Canton des Ventes au Diable, parcelle K^4 de 5e série).

2° Je n'ai pour ainsi dire trouvé aucune fructification de *Rhizina inflata* dans certaines parcelles où, avant l'incendie, les ravages des Ronds avaient été si grands qu'il a fallu exploiter même des Pins Laricios greffés, très atteints (comme au Canton du Long-Boyau, parcelle D de 15e série).

3° Je crois que c'est une erreur d'interprétation d'attribuer une influence quelconque aux feux allumés par les bûcherons dans l'apparition et le développement des Ronds du Pin. J'ai étudié les nombreux Ronds qui ravagent les pineraies du sud-ouest de la forêt domaniale de Fontainebleau et je me suis rendu compte de la difficulté qu'on éprouve à reconnaître un Rond la première et même la seconde année de son existence. La maladie exerce ses ravages bien avant qu'on ne l'identifie et bien avant la présence des feux de bûcherons qui ne sont que la conséquence de l'exploitation des premiers arbres atteints.

Quant à l'abondance des fructifications de *Rhizina inflata* sur les emplacements de ces feux, elle n'est pas pour nous étonner : on sait depuis longtemps que le *Rhizina* paraît exiger, pour développer ses fructifications, certains éléments nutritifs, notamment ceux qu'apportent les cendres provenant de la combustion du bois (sels de potassium, etc.).

Il résulte des constatations précédentes : que le *Rhizina inflata* est un champignon commun partout dans les pineraies sur sol sableux, à Fontainebleau ;

Que la présence de ses appareils fructifères se manifeste de façon plus ou moins apparente suivant que son développement est plus ou moins favorisé au point de vue nutritif par les cendres des incendies ou des feux de bûcherons, quel que soit l'état du peuplement forestier ;

Que, dans ces conditions, il est difficile d'admettre que la maladie des Ronds du Pin soit causée par l'envahissement des racines des arbres par le mycélium du *Rhizina inflata* Schaeff. Cet envahissement se produit bien,

mais il est postérieur au dépérissement de l'arbre sous les attaques de la maladie des Ronds, dont la cause est encore inconnue.

PHYSIOLOGIE. — *Chaleur des gaz de la respiration.* Note de M. **Lecercle**, présentée par M. Bouchard.

Je me suis proposé de déterminer, au moyen d'une pile thermo-électrique, les calories contenues dans les gaz de la respiration. Le procédé me paraît utilisable en physiologie et en clinique.

Ma pile comprend 60 éléments cuivre-constantan bien isolés par des tubes de verre sertis dans un bouchon de liège qui les isole d'un cylindre métallique ouvert à ses deux extrémités. L'air circule autour des éléments. Les soudures paires qui reçoivent la chaleur sont noircies. Les soudures impaires sont vernies au caoutchouc. Les extrémités de la pile sont reliées à un galvanomètre apériodique gradué en microcoulombs et shunté au $\frac{1}{10}$. L'une des extrémités du cylindre étant appliquée contre la face et les narines étant fermées, on respire et l'on expire devant les soudures noircies placées à 4^{cm}, la bouche étant largement ouverte. Dans des expériences que j'ai faites sur des hommes de poids différents à l'état de repos, la déviation galvanométrique a varié de 200 à 250.

Pour transformer ces lectures galvanométriques en données calorimétriques, je me suis rapproché autant qu'on peut le faire artificiellement des conditions de la respiration.

Le cylindre contenant la pile était relié par un manchon en caoutchouc à un second cylindre de même diamètre (8^{cm}) fermé à une extrémité traversée pas un tube évasé du côté de la pile. Cet évasement joue le rôle de bouche ouverte.

Ce tube était réuni par un caoutchouc à un ballon contenant de l'eau chauffée par un bain-marie maintenu à diverses températures. Dans ce ballon, on insufflait, au moyen d'une poire de Richardson, de l'air qui se saturait d'humidité. Cet air, humide et chaud, après avoir abandonné dans un flacon l'eau entraînée, arrivait par le tube évasé contre les soudures noircies de la pile. Avant l'expérience, le tube évasé avait été traversé par un courant d'air humide et chaud et l'on n'avait relié les deux cylindres l'un à l'autre que lorsqu'un thermomètre placé dans le tube indiquait une température constante. L'air arrivait avec une vitesse à peu près semblable à celle de l'expiration. La poire a un volume de 35^{cm^3} et, en 1 minute, on fait 100 insufflations. C'est donc $3^l,5$ qui arrivent par minute à la pile. On conçoit le poids de ce volume d'air saturé d'humidité à diverses températures et, en prenant pour chaleur spécifique de cet air $0^o,3$, on peut établir le Tableau suivant :

Température de l'air.	Déviation du galvanomètre.	Calories grammes-minute.
54°	435	57
49	375	54
45	310	51
40	250	46
38	200	44
37	185	43
34	155	39
33	140	38
30	120	36

Pression extérieure........................ 760^{mm}

Température............................... 20°

La Table ou la courbe ainsi contruites, on peut les utiliser pour des déterminations calorimétriques. Ainsi à la déviation 250 de nos observations correspond 46 calories-grammes-minute, soit $2^{Cal},76$ kilog-heure. Si l'organisme produit 100 calories-kilog-heure, le rapport des deux nombres est 2,76 pour 100. Or les physiologistes admettent que la chaleur dégagée pour l'échauffement de l'air de la respiration est voisine de 2,5 pour 100 de la chaleur totale.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de l'anaphylaxie. Production immédiate du choc anaphylactique sans injection préalable d'antigène.* Note de MM. J.-E Abelous et E. Bardier, présentée par M. Bouchard.

Il paraît aujourd'hui établi que la toxogénine, qui se forme dans l'organisme à la suite de l'injection d'un antigène, s'élabore et se fixe dans le système nerveux. Nous avons déjà montré que la section des nerfs sciatiques ou l'hémisection transversale de la moelle épinière déterminent chez le lapin, quand les processus de dégénérescence nerveuse sont à leur maximum, une sensibilité telle, vis-à-vis de l'urohypotensine, que l'injection de doses non mortelles de cette substance entraîne des troubles très graves et même la mort à bref délai. Nos dernières expériences nous ont permis d'établir que la formation de la toxogénine est la conséquence de l'autolyse qui se produit dans les tissus nerveux.

1° L'extrait d'un cerveau de lapin normal soumis à l'autolyse pendant une huitaine de jours, injecté en petite quantité dans les veines d'un lapin, rend cet animal si sensible à l'urohypotensine que si, une demi-heure, 1 heure ou même 20 heures après, on injecte de l'urohypotensine à dose

non mortelle, la mort survient à très bref délai avec tous les symptômes de l'anaphylaxie aiguë.

2° Par contre, l'injection préalable d'un extrait de cerveau normal *non autolysé* ne rend pas le lapin plus sensible à l'urohypotensine. Les troubles sont légers et les animaux survivent.

3° Du foie de lapin soumis à l'autolyse fournit un extrait qui ne sensibilise pas les lapins. Les troubles sont légers.

4° L'extrait de muscles de lapins autolysés rend le lapin plus sensible à l'urohypotensine. Les troubles sont beaucoup plus graves que chez les lapins injectés préalablement avec l'extrait de foie. Mais les symptômes s'atténuent rapidement, et au bout d'une heure les animaux sont complètement rétablis.

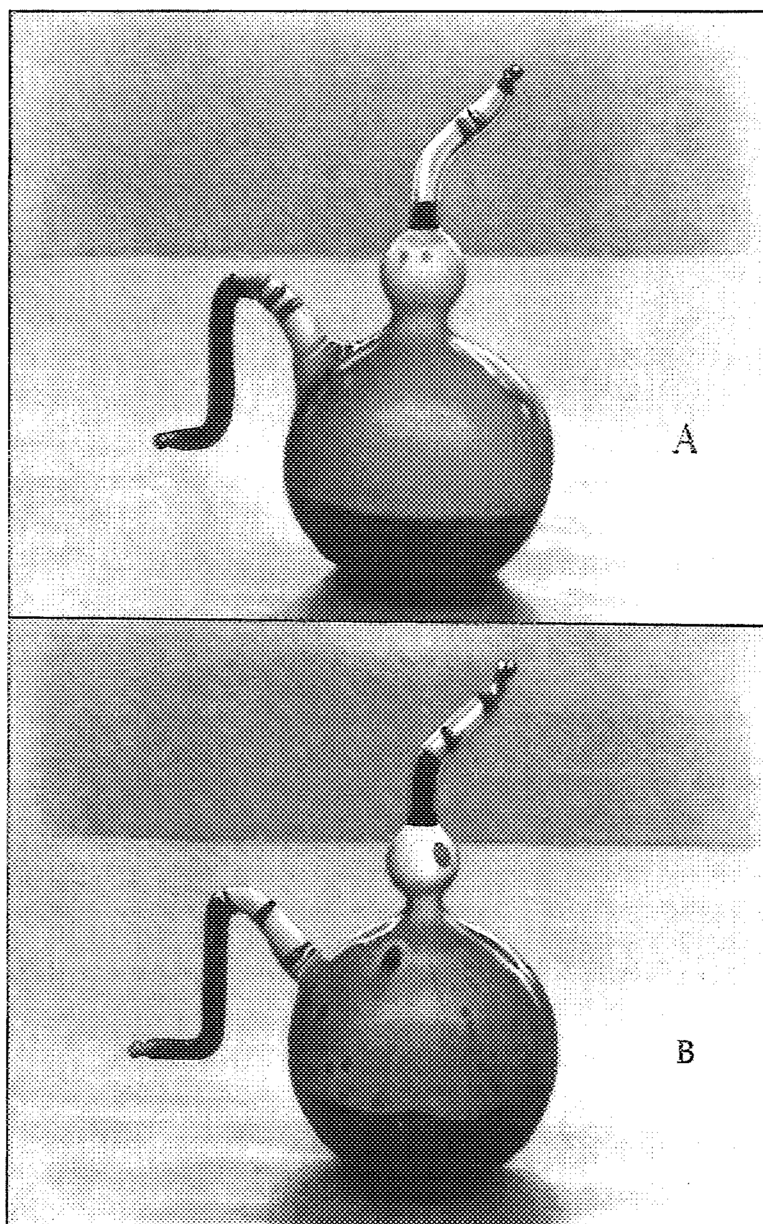
Il semble donc que la toxogénine s'élabore seulement dans le tissu nerveux puisque seul l'extrait de cerveau autolysé produit l'état anaphylactique. Les produits de l'autolyse nerveuse agissent donc comme une toxogénine, et dès lors l'anaphylaxie pourrait s'expliquer de la façon suivante :

Une première injection d'urohypotensine détermine une atteinte plus ou moins grave à l'intégrité des éléments nerveux. Un certain nombre de ceux-ci dégénèrent. Cette dégénérescence entraîne à sa suite une autolyse du tissu nerveux et ce sont les produits de cette autolyse qui, se fixant dans l'organisme, particulièrement dans les centres nerveux, constituent la substance que M. Ch. Richet a nommée *toxogénine*. Le reste s'explique sans peine : l'antigène injecté à nouveau se combine avec la toxogénine pour former l'apotoxine, facteur du choc anaphylactique.

MÉDECINE. — *L'anoxhémie des altitudes et son traitement par l'oxygénation hypodermique.* Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. E. Roux.

Dans l'espoir de pouvoir lutter efficacement contre les accidents, parfois redoutables, du *mal des altitudes* et contre les syncopes des aviateurs, au moyen des injections sous-cutanées d'oxygène, j'ai commencé, à l'observatoire, des recherches dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats.

On sait que, par suite de la désoxygénation du sang, les téguments et spécialement les muqueuses prennent une teinte cyanotique lorsqu'on



IMP. GAUTHIER-VILLARS.

A, Animal oxygéné. — B, Animal non oxygéné.

s'élève dans les hautes régions de l'atmosphère; on sait aussi que cette cyanose peut disparaître si l'on respire de l'oxygène en quantité suffisante. Mais cette quantité est, le plus souvent, considérable, et la durée de ses effets toujours fugace; ainsi, la vitesse du débit des inhalations peut atteindre jusqu'à 200^l et même 300^l à l'heure, et il est nécessaire de les prolonger longtemps pour rétablir l'hématose.

J'apporte ici la preuve visible que cette hématose, compromise par le séjour à la très haute altitude, peut être récupérée par l'administration hypodermique de très faibles quantités d'oxygène : cette preuve est constituée par les photographies en couleur de divers échantillons de sang que j'ai recueillis au cours de ma *huitième* ascension scientifique au mont Blanc en septembre 1911, grâce aux libéralités de la Société des Observatoires du mont Blanc et à l'obligeance de M. J. Vallot, directeur.

Nous avons fait, à cette époque, transporter à l'observatoire une douzaine de lapins que j'ai divisés en deux groupes; tous ces animaux ont séjourné 15 jours à 4370^m, mais les lapins du premier groupe ont reçu, chaque jour, la dernière semaine de leur séjour, une injection hypodermique de 100^{cm^3} d'oxygène.

Ces injections ont été rigoureusement dosées au moyen de mon *oxygénateur de précision* que M. Cailletet a présenté à l'Académie le 20 novembre 1911.

Tous ces lapins avaient donc subi 15 jours d'anoxhémie, mais six d'entre eux avaient été traités contre cette asphyxie par les injections hypodermiques d'oxygène, lorsque je recueillis leur sang carotidien. Les divers échantillons de sang furent descendus à Chamonix dans des ampoules de verre stérilisées et soudées à la lampe.

L'examen de ces ampoules me montra que la moitié d'entre elles renfermaient du sang noirâtre, et que les autres contenaient du sang pourpre. 4 jours après, cette différence persistait et je m'assurai que les ampoules à sang pourpre contenaient le sang des lapins qui avaient été oxygénés, au lieu que le sang noir provenait des lapins qui n'avaient subi aucune injection.

Je saignai un lapin neuf à Chamonix, et je vis que la couleur de son sang artériel était identique à celle du sang des lapins oxygénés au mont Blanc.

Nous fîmes alors, séance tenante, les photographies autochromes que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Ces photographies accusent nettement la différence de coloration entre

les sangs oxygénés et les autres, et je crois pouvoir émettre les propositions suivantes :

1° La photographie des couleurs démontre que le séjour à la haute altitude réduit l'oxyhémoglobine et détermine l'asphyxie;

2° L'insuffisance de l'hématose respiratoire peut être suppléée par l'oxygénation hypodermique qui rend au sang sa couleur normale;

3° La dose efficace à employer par la voie hypodermique est *très minime* en comparaison de celle que nécessite l'inhalation de ce gaz pour triompher de l'asphyxie.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Étude anatomique sur la terminaison arétinienne du nerf optique dans la série des Vertébrés.* Note de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Edmond Perrier.

Chez les Vertébrés, le nerf optique se termine de trois manières différentes, constituant ainsi trois types bien distincts qui sont : Ier type ou type lapin; IIe type ou type chien; IIIe type ou type homme.

Ier Type, type lapin. — Chez les lapins, le nerf optique traverse la sclérotique et la choroïde et il se divise sur la rétine en deux branches (bandes optiques rétiniennes), l'une médiane supérieure et l'autre médiane inférieure. Les coupes séries (yeux fixés à l'acide osmique) verticales, ainsi que les coupes séries horizontales ont montré que tous les tubes nerveux du nerf optique ne changent pas leur diamètre primitif lorsqu'ils traversent la sclérotique pour s'épanouir seulement dans les deux bandes optiques rétiniennes. Après la section du nerf optique, les deux bandes rétiniennes s'atrophient progressivement jusqu'à disparaître (6 mois) tandis que la rétine ne présente pas des lésions anatomiques évidentes. Toute la rétine des lapins est soluble à chaud dans l'acide acétique excepté les deux bandes optiques rétiniennes, lesquelles y sont insolubles comme tout neuroplasma.

IIe Type, type chien. — A ce type appartiennent les yeux de plusieurs mammifères (souris, cobayes), les yeux des reptiles et les yeux des poissons.

Chez le chien, le nerf optique traverse, en grande partie, la sclérotique et il s'arrête à la base de la rétine (disque optique). Le disque optique est rond, il n'est pas recouvert par la rétine et, grâce à sa couleur blanche

porcelaine, il se distingue nettement de l'insertion circulaire de la rétine qui présente une couleur blanche de neige. Les coupes séries (fixation à l'acide osmique), soit verticales, soit horizontales, ont prouvé que les tubes du nerf optique (chien) gardent leur diamètre primitif même après avoir traversé la sclérotique. La rétine du chien est soluble à chaud dans l'acide acétique, mais le disque optique y est insoluble parce qu'il est formé par la terminaison du nerf optique.

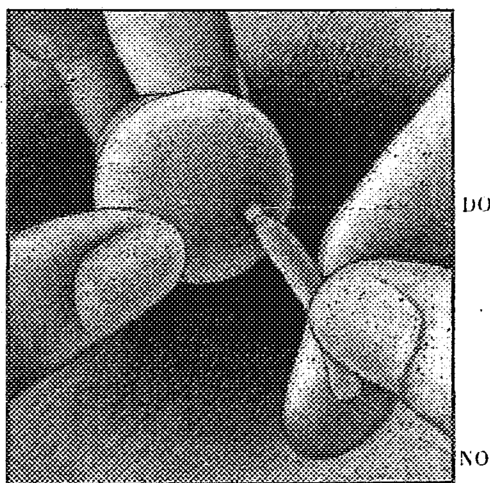
Chez les poissons, la sclérotique présente un trou au travers duquel passe le nerf optique avec sa membrane piale pour s'arrêter à la base de la rétine. Il est très facile chez les poissons (*Gadus morrhua*, *Gadus æglefinus*, *Cabillaud*), après avoir ouvert la dure-mère optique, de tirer le nerf optique avec toute la rétine. On constate alors que la rétine est complètement séparée de la terminaison semi-lunaire du nerf optique par un anneau noir qui représente l'insertion de la *lamina fusca*. La rétine de l'aiglefin est soluble dans l'eau distillée acidulée par quelques gouttes d'acide acétique, tandis que le nerf optique est insoluble dans l'acide acétique bouillant. La rétine des poissons est formée de deux feuillets, dont le feuillet interne n'a aucun rapport avec le nerf optique. On peut produire à l'aide de l'alcool la séparation de ces deux feuillets (absence de la *campanula*). Le nerf optique de plusieurs poissons (*Mullus barbatus*, *Zeus faber*, *Scomber scombrus*, *Rascasse*), depuis son origine jusqu'à sa terminaison semi-lunaire, est formé par une lame (nerf optique laminaire) repliée plusieurs fois sur elle-même et renfermée dans l'enveloppe cylindrique de la dure-mère. L'humeur vitrée des poissons (*Gadus morrhua*, *Scomber scombrus*) se laisse enlever tout entière mais compacte de la chambre postérieure des yeux. Si l'humeur vitrée est soumise alors à une source lumineuse, elle montre l'image renversée, laquelle est ensuite aperçue renversée à travers toute membrane translucide.

IIIe Type, type homme. — A ce type appartiennent les yeux de l'homme, des singes (*Troglodytes niger*, *Macacus cynomolgus*), du bœuf, du cheval, du porc et les yeux des invertébrés.

Chez l'homme (le singe, le cheval, le bœuf, etc.) la sclérotique présente une excavation plus ou moins profonde, dite *cavité sclérale*. Le fond de cette cavité est formé par une lame ronde qui a la même section du nerf optique. Cette lame, constituée par un tissu conjonctif translucide, est appelée *lame cornéale postérieure* ou *diaphragme optique*. La lame cornéale postérieure ne possède pas de lacunes, car elle peut garder le vide et,

soumise à une série de coupes verticales, elle ne présente pas le passage d'aucun tube nerveux ([1]).

Chez l'homme, le bœuf, et notamment chez le cheval, il est très facile de produire la désarticulation du nerf optique. A cet effet, il suffit d'ouvrir la



Œil de l'homme après la désarticulation du nerf optique.
DO, diaphragme optique. — NO, nerf optique.

dure-mère et de pratiquer sur le bord inférieur du nerf optique un mouvement de traction accompagné d'un mouvement de flexion. Dès que le nerf optique a été désarticulé de la cavité sclérale, l'œil soumis à une compression même exagérée ne laisse pas sortir à travers le diaphragme optique la moindre goutte d'humeur vitrée.

Si l'on expose l'œil, après la désarticulation du nerf optique, à une source lumineuse, on voit le jour à travers le diaphragme optique, et dans

([1]) Barbieri, *La rétine ne contient pas les principes chimiques du nerf optique* (*Comptes rendus*, 20 mai 1912).

Méthode de fixation. — 1° Mettre les pièces pendant 10 jours dans un mélange d'acide osmique 1 pour 100 (95 parties) et bichromate de potassium 5 pour 100 (5 parties); 2° essuyer les pièces dans le buvard, lavage à l'eau et à l'alcool; 3° garder les pièces 2 heures dans l'alcool absolu et 24 heures dans le xylol; 4° placer les pièces dans de la paraffine à 36°, dissoute dans le xylol; 5° conserver les pièces 24 heures à l'étuve à 40° dans de la paraffine à 36°; 6° inclusion à la paraffine, section et montage des coupes dans du baume de Canada, après un court séjour dans le xylol.

Cette méthode ne réduit pas le diamètre primitif des pièces, ainsi que le diamètre primitif du nerf optique.

ce cas, au centre du diaphragme optique, on voit l'image claire et distincte.

Seulement un tout petit faisceau du nerf optique des oiseaux traverse la lame ovale, qui est formée d'un tissu conjonctif cartilagineux et se termine dans la production pectinée, sans contracter la moindre relation avec la rétine.

La rétine des mollusques (*Sepia officinalis*, *S. elegans*, *Loligo vulgaris*, *etc.*) est complètement détachée de la choroïde, la rétine des mollusques est translucide et renferme une humeur vitrée liquide. Cette humeur vitrée demeure liquide même après un séjour prolongé des yeux des mollusques dans l'alcool.

ZOOLOGIE. — *Sur la croissance de Canards soumis à quatre régimes alimentaires différents.* Note (¹) de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

F. Houssay (²), dans ses recherches relatives à l'influence du régime carné sur plusieurs générations de poules, a mis en évidence les résultats très nets qu'on obtient pour la vitesse de croissance et les modifications organiques que ce régime entraîne. Les différences qu'il a observées sont conformes à celles que nous a montrées l'étude et la comparaison d'oiseaux granivores et carnivores pris dans la Nature (³).

Nous avons voulu reprendre ces expériences sous une autre forme. Nous avons recherché l'influence de quatre régimes différents sur une même génération d'oiseaux. Nous avons choisi des canards de Rouen que nous avons adaptés aux quatre régimes suivants :

1° insectivore;
2° piscivore;
3° carnivore;
4° végétarien.

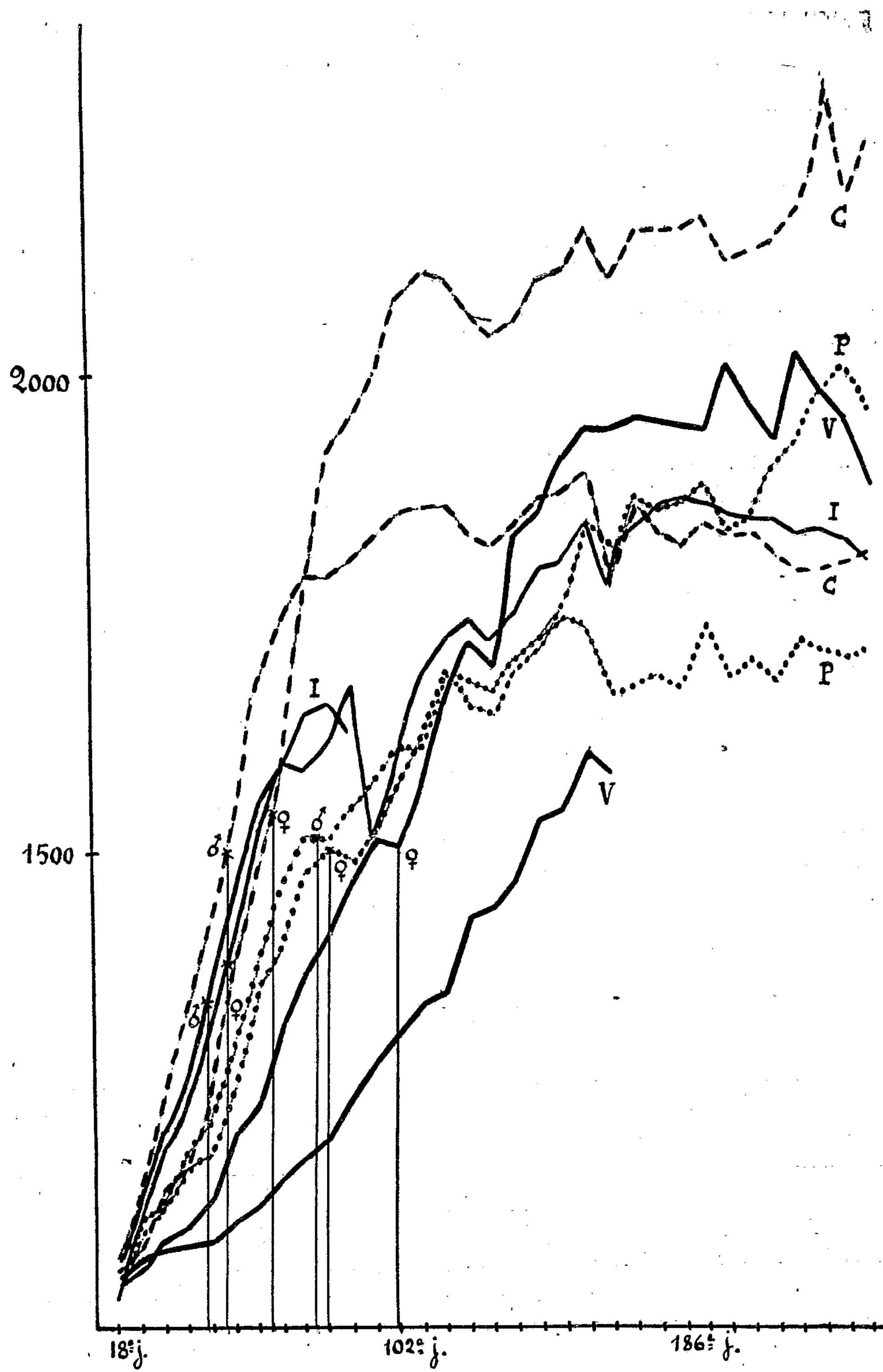
Les canards insectivores ont été nourris la plupart du temps avec des larves de mouches. L'hiver, nous leur avons donné des larves de chironomes pendant trois mois.

Les carnivores étaient nourris avec de la viande de bœuf.

(¹) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.

(²) F. Houssay, *Variations expérimentales. Études sur six générations de poules carnivores* (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, 4ᵉ série, t. VI, 1907).

(³) A. Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire des Oiseaux* (*Coll. de Morph. dyn.*, n° 3, Paris, Hermann, 1911).



2000
1500
18e j.
102e j.
186e j.
C
P
V
I
C
P
I
V
♂
♀

Aux Piscivores, nous avons donné des poissons d'eau douce entiers.

Enfin les Végétariens se nourrissaient d'une pâtée faite de farine de maïs, de pain trempé, de feuilles de choux et de salade hachées, de pommes de terre cuites et écrasées.

Nos Canards ont été mis en expérience 8 jours après leur éclosion. Nous avons estimé que c'était une condition essentielle pour obtenir des résultats probants. Ces Canards appartenaient à la même couvée.

De suite ils ont été mis à leur régime sans cane conductrice. Aux jeunes Piscivores, nous donnions de petits alevins. Après quelques tentatives suivies d'échecs, la présente expérience a été commencée le 8 mai 1911 avec 20 jeunes Canards, 5 par régimes. Au bout de 3 à 4 semaines, il y eut de nombreuses morts. Celles-ci paraissent tenir aux difficultés générales d'élevage de jeunes Canards sans mère et le régime n'y semble jouer aucun rôle net comme le montre le Tableau suivant :

	Jours vécus.			
Piscivores	29	34	47	
Carnivores	30	42	125	
Insectivores	31	39	41	88
Végétariens	38	48	48	165

Au bout de 24 semaines, il ne nous restait plus que 6 Canards que nous avons pu conserver pendant 1 an.

Voici les résultats relatifs à l'influence du régime alimentaire sur la vitesse de croissance de ces Oiseaux. Ces animaux ont été pesés régulièrement tous les 8 jours. Nous avons arrêté l'expérience le 14 mai 1912. Pour mieux saisir les résultats nous allons employer la forme graphique.

Portons en abscisses les temps comptés en semaines et en ordonnées les poids correspondants des animaux. Nous avons les courbes de croissance relatives à chacun d'eux. Il saute aux yeux que ce sont les Carnivores (C) qui ont crû le plus vite de tous les Canards. Puis viennent les Insectivores (I), les Piscivores (P) et enfin les Végétariens (V).

Il est de plus à remarquer que les Carnivores et les Végétariens sont devenus plus gros que les Piscivores et les Insectivores qui paraissent avoir été comme frappés d'un arrêt de croissance.

Ces courbes ont toutes un point d'inflexion principal dont l'intérêt a été signalé par F. Houssay. Nous avons cherché sur nos graphiques à grande échelle à déterminer avec précision ce point sur chaque courbe. Voici exprimées en jours de vie les dates de ces points d'inflexion :

	Mâles.	Femelles.
Insectivores	44e jour	51e jour
Carnivores	51e »	64e »
Piscivores	78e »	81e »
Végétariens	»	102e »

HISTOLOGIE. — *Sur la structure de la cellule de Deiters.* Note de M. E. Vasticar, présentée par M. Henneguy.

La structure du segment supérieur de la cellule de Deiters n'est pas facile à préciser, de nombreuses granulations pigmentaires créant, dans la zone inférieure notamment, un milieu complètement opaque qui trouble l'observation. La plupart des auteurs sont cependant d'accord pour reconnaître dans cette région une certaine organisation fibrillaire. Elle proviendrait de l'épanouissement de l'extrémité supérieure du filament de soutien de la cellule de soutènement, auquel ils donnent le nom de filament *principal* par opposition avec le filament *accessoire*, plus long et plus grêle, qui se séparerait du premier pour se terminer par une cuticule découpée en forme de phalange. Pour ces auteurs, le cône de fibrilles ainsi formé aboutirait à une plaque épaisse circonscrivant l'extrémité inférieure de la cellule acoustique.

Je constate bien l'épanouissement en fibrilles de ce filament, mais le mode de terminaison de ces fibrilles me paraît tout autre. Je les vois se terminer sur la partie inférieure d'un corps particulier qui n'est pas une plaque, mais une masse arrondie que les reproductions photographiques ci-contre montrent sous deux de ses aspects.

Sur la photographie (*fig.* 1) le segment granuleux de la Deiters (*s. g. D.*, *fig.* 2) a été sectionné de haut en bas. La zone sombre (*z. s.*, *fig.* 2) représente cette section. La lame du microtome a mis à découvert, à la partie inférieure, un corps ovoïde piriforme, opaque (*c. ov.*, *fig.* 2). Son pôle inférieur est arrondi. Son pôle supérieur, plus évidé, se termine par un prolongement conique. Son diamètre transversal mesure environ $0^{mm},0076$, chiffre sensiblement égal à celui du noyau de la cellule acoustique choisi comme élément de comparaison. La longueur de son grand axe est de $0^{mm},013$ environ, c'est-à-dire à peu près le double du diamètre de ce même noyau. Le corps ovoïde paraît constitué par une membrane homogène très finement granuleuse. Elle est plus faiblement teintée par les colorants que la masse granuleuse pigmentaire de la cellule; mais par suite de son opacité,

cette partie de la cellule paraît au contraire plus colorée. En son centre se trouve un point beaucoup plus visible, à contour très indécis et de grosseur variable dont je vais donner plus loin la signification. De son pôle inférieur se détachent un certain nombre de fibrilles qui se groupent vers le bas, pour former, dans le voisinage du noyau de la cellule de soutènement, un faisceau central unique assez robuste qui se poursuit jusqu'à la membrane basilaire (*f. c.*, *fig.* 2). Son pôle supérieur donne naissance à un filament se terminant sur une phalange (*f. s.*, *fig.* 2). Le corps ovoïde est entièrement

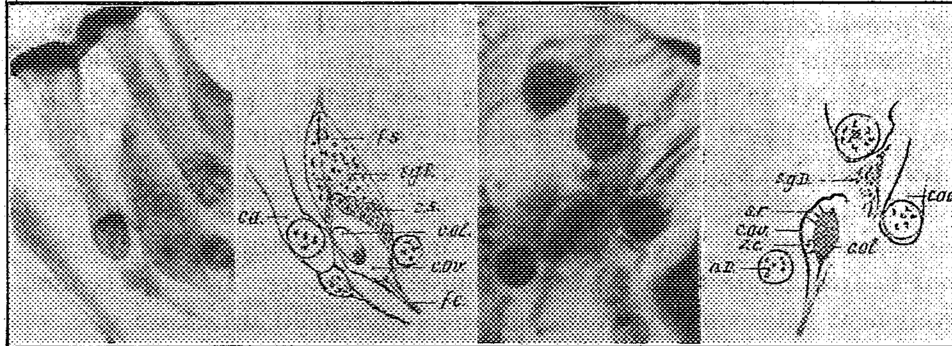


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 1. — Photographie : coupe horizontale passant par l'axe du limaçon d'un lapin âgé de 5 mois. Gr. 1110 diam.

Fig. 2. — Dessin explicatif de la figure 1 : *s. g. D.*, segment granuleux pigmentaire de la cellule de Deiters; *z. s.*, tranche de section de cette substance; *c. ov.*, corps ovoïde; *f. c.*, filament de soutien central; *f. s.*, filament supérieur; *c. ol.*, corps olivaire vu par transparence; *c. a.*, cellule acoustique.

Fig. 3. — Photographie : coupe horizontale périphérique du limaçon d'un lapin âgé de 4 mois. Gr. 1110 diam.

Fig. 4. — Dessin explicatif de la figure 3 : *c. ol.*, corps olivaire; *c. ov.*, membrane d'enveloppe du corps ovoïde; *z. c.*, zone claire; *s. r.*, stries rayonnées; *s. g. D.*, partie supérieure du segment granuleux pigmentaire d'une cellule de Deiters; *n. D.*, noyau d'une cellule de Deiters; *c. ac.*, cellule acoustique.

recouvert par la masse de protoplasma granuleux pigmentaire de la cellule de Deiters (*s. g. D.*, *fig.* 2), qui lui constitue un revêtement d'une certaine épaisseur, sauf à la partie supérieure de son bord axial où sa surface reste nue. En cet endroit, la surface du corps ovoïde qui est en rapport de voisinage avec l'extrémité profonde de la cellule acoustique est aplatie. Elle apparaît sous l'aspect d'un champ ovalaire légèrement hexagonal sur des coupes longitudinales de l'organe de Corti où on l'aperçoit de face.

La photographie (*fig.* 3) montre une coupe du corps ovoïde. Il est creux.

Sa cavité est occupée par un corps olivaire en forme de grain d'orge (*c. ol.*, *fig.* 4). L'hématoxyline à l'alun de chrome lui donne, après fixation à l'acide osmique, une coloration brun rouge assez intense. Sur cette photographie le corps olivaire est visible en entier, le corps ovoïde ayant été sectionné par son milieu. Son petit diamètre mesure $0^{mm},0038$; il est moitié moindre que celui du noyau de la cellule auditive qui est de $0^{mm},0076$ en moyenne. La longueur de son grand axe est de $0^{mm},0076$, c'est-à-dire égal au diamètre de ce noyau. Les deux pôles sont légèrement arrondis. Le pôle inférieur offre de petites surfaces très colorées desquelles se détachent des prolongements fibrillaires qui se poursuivent vers le bas, dans la direction du filament de soutien du corps ovoïde. C'est ce pôle inférieur qui est vu par transparence sur la photographie (*fig.* 1) sous l'aspect d'un point plus vivement teinté et à contour peu net. Le pôle supérieur laisse voir un point très coloré. Le corps olivaire est entièrement compris dans l'intérieur de la coque du corps ovoïde. Cette coque est formée par une membrane très mince, légèrement mamelonnée, et dont la tranche de section est très colorée (*c. ov.*, *fig.* 4). Entre ce mince revêtement extérieur et le corps olivaire proprement dit existe une zone plus claire (*z. c.*, *fig.* 4). Elle est d'une épaisseur notable qui équivaut à la moitié du petit diamètre du corps olivaire. Sa coloration est faible. Des stries rayonnées plus colorées traversent cette zone, unissant la paroi interne de l'enveloppe à la surface du corps olivaire (*s. r.*, *fig.* 4). Leur jonction au corps olivaire se fait au sommet de petits cônes paraissant être des aspérités de la surface de ce corps. Du côté axial, la zone claire paraît faire défaut et le corps olivaire semble appliqué directement contre son enveloppe, ou en être tout au plus très faiblement distant, comme on peut s'en rendre compte sur les deux photographies (*fig.* 1 et 3), notamment sur cette dernière, ainsi que sur la figure 4 (*c. ol.*), où l'on voit son extrémité supérieure venir au contact de la surface interne de l'enveloppe, qui offre une surface plane en cet endroit.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Propriétés et composition chimique de l'argent colloïdal électrique précipité de ses solutions par les électrolytes.* Note de M. G. Rebière, présentée par M. Dastre.

Les solutions d'argent colloïdal préparées par la méthode de Bredig sont chimiquement constituées, ainsi que je l'ai précédemment établi

(*Comptes rendus*, t. 148, p. 354) par des granules insolubles, considérées *a priori* comme de l'argent et un liquide intermicellaire contenant en solution des proportions variables d'un composé d'argent, vraisemblablement un oxyde.

Pour compléter cette première notion, il est nécessaire d'étudier séparément la composition chimique de chacun des constituants de ces colloïdes : granules ultra-microscopiques et liquide intermicellaire.

Je ne m'occuperai ici, pour le moment, que des granules colloïdaux d'argent, en me plaçant d'ailleurs dans le cas particulier où la séparation de ces granules est obtenue au moyen de leur précipitation par les électrolytes. J'ai préparé les solutions colloïdales d'argent dont je me suis servi, avec de l'eau très pure, privée d'acide carbonique, dont la conductivité électrique était comprise, suivant les cas, entre 3.10^{-6} et $2,5.10^{-6}$. La couleur de ces solutions variait du brun foncé au vert clair, en passant par le brun rouge et le vert olive. La conductivité électrique atteignait pour l'une d'elles 35.10^{-6} et ne descendait pas pour les autres au-dessous de 7.10^{-6}. Le liquide intermicellaire, séparé des granules, soit par ultrafiltration à travers un sac de collodion, soit par filtration sur papier après traitement du colloïde par un électrolyte, contenait une quantité d'un composé d'argent dissous, allant pour quelques-unes jusqu'à 30 pour 100 de l'argent total.

Voici la technique que j'ai suivie pour obtenir l'argent colloïdal précipité :

1^l d'argent colloïdal est additionné de 10^{cm^3} d'une solution à 5 pour 100 de nitrate de baryum ou de nitrate de calcium. Le mélange est centrifugé et le liquide clair soigneusement décanté. Le culot, délayé dans l'eau distillée pure froide, est de nouveau séparé par centrifugation. Le lavage est répété jusqu'à ce que dans le liquide limpide on ne décèle plus ni baryum, ni calcium, selon que l'un ou l'autre des nitrates de ces métaux a été choisi comme électrolyte précipitant. Le culot est alors délayé dans l'alcool absolu, décanté dans un vase à précipitation, séparé de l'alcool, lavé à l'éther, recueilli dans une petite capsule en verre d'Iéna, desséché tout d'abord à l'air libre, puis finalement sur l'acide sulfurique jusqu'à poids constant.

Le précipité argentique ainsi obtenu possède les propriétés suivantes :

Poudre noire, quelquefois légèrement mordorée, anhydre, ne prenant pas par le frottement l'éclat métallique.

Traitée par l'acide chlorhydrique, elle donne du chlorure d'argent et un résidu insoluble d'argent métallique. Abandonnée à l'air libre, elle absorbe lentement l'acide carbonique. Chauffée dans une atmosphère de gaz inerte (azote), elle se décompose en argent et en oxygène. L'oxygène a été caractérisé par sa réaction sur une solution

alcaline de pyrogallol, qu'un dispositif spécial permettait d'introduire, indemne de tout contact avec l'air, dans le ballon où se faisait la réaction.

L'ensemble de ces propriétés montre que l'argent colloïdal électrique, précipité de ses solutions par les électrolytes, n'est pas de l'argent pur, mais qu'il est constitué soit par un mélange d'argent et d'oxyde d'argent, soit par un oxyde d'argent. Il faut recourir à l'analyse pour décider laquelle de ces deux opinions est fondée.

A cet effet, le dosage de l'argent contenu dans les précipités d'argent colloïdal a été fait par calcination dans une capsule de platine, d'un poids donné de substance et pesée ultérieure du résidu d'argent. La réaction a lieu à basse température, au-dessous du rouge naissant.

Voici les résultats d'une analyse :

Argent colloïdal précipité..................	0g,165
Argent après calcination..................	0g,1605

(Le titrage électrolytique de ce résidu d'argent a donné 0g,1605, ce qui en atteste la pureté.)

Si l'on suppose que le précipité d'argent colloïdal est constitué par un mélange d'argent et d'oxyde d'argent (Ag^2O contenant 93,1 pour 100 Ag), on peut déduire des chiffres précédents la composition du précipité. En effet, x et y étant respectivement les quantités d'argent et d'oxyde d'argent contenues dans le poids de substance mis en expérience, on a, en exprimant les poids en milligrammes,

$$x + y = 165,$$
$$x + \frac{93,1}{100} y = 160,5,$$

d'où

$$x = 99,8 \quad \text{et} \quad y = 65,2.$$

Si l'on suppose au contraire que les précipités d'argent colloïdal sont constitués par un oxyde d'argent, hypothèse possible, les propriétés chimiques des corps étudiés étant de tous points parallèles à celles de l'oxyde argenteux Ag^4O (96,4 pour 100 Ag) décrit par Wœhler, la comparaison entre la teneur en argent déterminée expérimentalement et celle que donne le calcul pour Ag^4O, fournira des données utiles sur la composition de ces précipités.

Cette comparaison est faite dans le Tableau ci-après pour 7 échantillons d'argent colloïdal, isolés de 7 solutions différentes (le volume de solution mis en œuvre n'a jamais été inférieur à 1^l).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Argent colloïdal en expérience	g 0,165	g 0,164	g 0,413	g 0,395	g 0,413	g 0,1685	g 0,0995
Argent métallique après calcination	0,1605	0,157	0,4025	0,3765	0,402	0,1605	0,0975
Argent calculé pour Ag^4O	0,159	0,157	0,398	0,380	0,398	0,164	0,0959

Les résultats expérimentaux sont tous très voisins des nombres théoriques, toutefois ils en diffèrent trop soit par excès, soit par différence, pour qu'il soit possible d'admettre que l'argent colloïdal électrique précipité de ses solutions par les électrolytes est un corps défini.

S'il se rapproche beaucoup, par sa composition chimique et ses propriétés, de l'oxyde argenteux Ag^4O, avec lequel on serait tenté de l'identifier, il ne faut pas oublier que l'existence de cet oxyde est contestée par plusieurs auteurs, Muthmann et von der Pfordten en particulier, qui le considèrent comme un mélange.

Conclusions. — 1° L'argent colloïdal préparé par pulvérisation électrique dans l'eau pure et précipité par les électrolytes doit donc être considéré comme un mélange, en proportions variables, d'argent et d'oxyde d'argent; 2° le rapport de ces deux corps est vraisemblablement en relation avec les conditions de la préparation (voltage, intensité du courant, température, etc.) et l'oxyde peut être, pour une faible partie, fixé par adsorption sur les granules colloïdaux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Saccharification de l'empois d'amidon par l'eau oxygénée seule ou en présence des amylases végétales et animales.* Note de M. C. GERBER, présentée par M. Guignard.

A. H^2O^2 SEUL. — L'eau oxygénée est un puissant agent d'hydrolyse de l'empois d'amidon. Celui-ci se liquéfie sous l'action de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{10}$ de perhydrol Merck neutre à 100^{vol}; le liquide, transparent, incolore, qui surmonte un faible dépôt blanc, contient :

a. Un sucre dont l'osazone, peu soluble à froid dans l'eau, très soluble à chaud dans le même véhicule, soluble dans l'alcool méthylique, se présente en cristaux groupés en oursins (maltose);

b. Des dextrines précipitables par l'alcool.

Cette hydrolyse dans laquelle l'eau oxygénée se comporte comme un catalyseur, est suivie, pour des doses élevées de H^2O^2, d'une oxydation du

maltose accompagnée d'ailleurs d'une décomposition de l'eau oxygénée avec dégagement de bulles d'oxygène; aussi le pouvoir réducteur de l'empois diminue-t-il au bout d'un certain temps pour de fortes doses de H^2O^2; il croît, au contraire, avec le temps pour des doses moyennes et surtout faibles de cet agent.

Voici quelques lois de cette saccharification :

1° L'hydrolyse de l'empois d'amidon par l'eau oxygénée se rapproche beaucoup plus de la saccharification diastasique que de celle obtenue par les acides puisqu'elle aboutit, comme la première, au maltose et non, comme la seconde, au glucose;

2° Elle est d'autant plus rapide, pour une même dose, que la température est plus élevée. C'est ainsi qu'il a fallu, dans une expérience, 312 heures à 20°, 15 heures à 40° et moins de 2 heures à 80°, à $0^{cm^3},08$ de perhydrol pour faire apparaître, dans 10^{cm^3} d'empois d'amidon de riz à 5 pour 100, le même pouvoir réducteur;

3° Elle se poursuit sans oxydation et sans décomposition d'eau oxygénée pendant un laps de temps d'autant plus long que la température est plus basse. C'est ainsi qu'en présence de $1^{cm^3},28$ de perhydrol, une partie du maltose formé aux dépens de 10^{cm^3} d'empois d'amidon de riz à 5 pour 100 est déjà oxydée au bout de 2 heures à 80° et de 15 heures à 40°. Alors que ce maltose n'a subi aucune altération au bout de 312 heures, à 20°.

B. H^2O^2 ET AMYLASES. — L'hydrolyse de l'amidon provoquée par les doses faibles d'eau oxygénée est négligeable dans le laps de temps (quelques heures) nécessaire pour l'étude, à 40°, de l'action de ce composé sur les saccharifications diastasiques.

Cette action est très différente suivant l'amylase employée :

1° *Amylase du Figuier* (*Ficus carica* L.). — L'eau oxygénée employée à doses faibles est un puissant retardateur de la saccharification de l'empois d'amidon par l'amylase du Figuier. Il a suffi, en effet, dans une de nos expériences, d'ajouter à de l'empois d'amidon de riz à 5 pour 100 : $\frac{1}{8000}$ de perhydrol pour abaisser le rendement en maltose au quart de ce qu'il est en l'absence de ce composé et $\frac{4}{1000}$ pour le faire tomber au onzième.

2° *Amylase du Mûrier à papier* (*Broussonetia papyrifera* L.). — L'eau oxygénée est indifférente dans les limites de concentration précédente, vis-à-vis de la saccharification par l'amylase du Mûrier à papier, et il faut atteindre la proportion de $\frac{40}{1000}$ de perhydrol pour constater une diminution des deux tiers dans le rendement en maltose.

3° *Amylase de la trypsine Merck*. — Elle est enfin légèrement accélératrice à doses très faibles et légèrement retardatrice à doses faibles vis-à-vis de la saccharification par l'amylase de la trypsine. Il nous a fallu en effet $10^{cm^3},7$ d'empois en absence

d'eau oygénée, $9^{cm^3},8$ en présence de $\frac{1}{1000}$ de perhydrol et 17^{cm^3} en présence de $\frac{40}{1000}$ de ce composé pour réduire 10^{cm^3} de liqueur de Fehling ferrocyanurée après action à 40° pendant 4 heures de $\frac{1}{1000}$ de trypsine. Les rendements en maltose rapportés à celui obtenu sans H^2O^2 sont donc respectivement 1 ; 1,1 ; 0,63.

A quoi attribuer cette différence d'effet si marquée de doses faibles d'eau oxygénée sur la saccharification de l'empois d'amidon par les diverses amylases? A une différence dans la résistance de ces diastases à ce composé.

Dans une de nos expériences, en effet, $1^{cm^3},9$ de perhydrol ajouté directement à 1 litre de suc diastasique a suffi pour faire disparaître tout pouvoir amylolytique dans le cas de l'amylase du Figuier, bien qu'on ait pris soin d'éliminer H^2O^2 avant d'ajouter le suc à l'empois d'amidon, alors que cette dose atténuait à peine le pouvoir amylolytique des solutions de Mûrier à papier et de trypsine Merck.

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du sud de Madagascar.* Note [1] de M. **J. Giraud**, présentée par M. A. Lacroix.

La partie méridionale de Madagascar, au sud du parallèle de Fianarantsoa, est constituée par un noyau central de terrains cristallophylliens entouré de couches sédimentaires.

Les terrains cristallophylliens comprennent des gneiss variés (gneiss micacés aplitiques très développés, grenatifères, amphiboliques, pyroxéniques, graphitiques, à magnétite) avec rares bancs de cipolins et de quartzites, traversés par de très nombreux filons de quartz et de pegmatites. Les micaschistes, s'ils existent, sont très localisés. Les roches granitiques ne sont représentées que par les pegmatites; les granites francs semblent excessivement rares. Les pegmatites se présentent généralement en filons pouvant atteindre 10^m d'épaisseur et sont formées par des éléments assez gros, parmi lesquels l'amazonite et la tourmaline sont fréquentes; parfois elles constituent des masses importantes de plusieurs kilomètres de largeur et affectent alors une allure granitoïde. Les innombrables filons de quartz paraissent généralement stériles.

Parmi les éléments accessoires des roches cristallophylliennes, il convient de citer l'or et la monazite, minéral dont l'abondance a été signalée déjà dans le bassin de Mananjary. L'or paraît à peu près exclusivement localisé,

(1) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.

dans le sud de Madagascar, dans les gneiss basiques, amphiboliques ou pyroxéniques. La monazite se trouve, en quantité variable, dans la plupart des sables des rivières qui drainent le sud du massif central.

Le massif cristallophyllien constitue un *horst*, partout limité par des failles et complètement séparé de la mer, à l'Ouest et au Sud, par des terrains sédimentaires effondrés. Sur la côte orientale, le massif cristallin arrive jusqu'à la mer; mais, là encore, existe une grande faille rectiligne, déjà signalée par plusieurs auteurs. Des failles secondaires, au voisinage de la bordure, font reparaître les gneiss au milieu des terrains sédimentaires effondrés. La direction normale moyenne des terrains cristallophylliens est NN ou N-NE; les déviations, très localisées, ne dépassent pas le N-NO et le NE. Les couches plongent, en général, fortement à l'Ouest, mais il existe quelques anticlinaux et synclinaux très serrés, dont les axes ont la direction générale des couches.

A l'Ouest, une série de failles sensiblement parallèles à la faille-limite abaisse successivement les terrains sédimentaires. L'une des plus importantes est celle de la rivière Sakondry qui, sur une très grande longueur, est jalonnée par des andésilabradorites. Au Sud, dans la région d'Andrahomanana, le régime des failles est plus complexe; des failles, sensiblement Nord-Sud, font buter des compartiments différents contre la faille-limite dirigée Sud-Est.

Dans la partie occidentale, de Ranohira jusqu'au sud de Benenitre, les gneiss supportent la puissante formation détritique avec conglomérats à gros blocs attribuée par les auteurs qui se sont occupés de cette région au Permien ou au Trias. J'ai pu délimiter l'extension des couches à charbon dépendant de cette formation et que le capitaine Colcanap a découvertes près de Benenitre. Les affleurements de charbon de la région de Benenitre sont compris dans une bande assez étroite, ne dépassant pas 3^{km} à 4^{km} de largeur, limitée à l'Ouest et à l'Est par des failles qui la font buter contre le gneiss, mais qui s'étend au Nord jusque dans la région de Ranohira et se continue au sud de l'Onilahy, vers Soamanonga et au delà. Les mêmes couches doivent se retrouver sous les sédiments de la chaîne de l'Isalo. Les conglomérats à petits galets de quartz qui existent à différents niveaux de la série permotriasique, notamment au sud d'Ampanihy, présentent parfois des traces d'or.

Dans l'extrême Sud, ces formations détritiques continentales manquent. Dans la région d'Andrahomanana, les gneiss supportent des grès et des calcaires, paraissant identiques à ceux du Faux-Cap, qui renferment des

Foraminifères; M. Douvillé a reconnu notamment, parmi les échantillons que je lui ai communiqués, des Amphistégines, ce qui permet de les supposer éocènes ou même miocènes et de les rapprocher provisoirement des calcaires aquitaniens décrits dans le Nord par M. Lemoine. Les rhyolites du volcan antandroy sont contemporaines de ces formations qu'elles traversent et dans lesquelles on trouve des projections volcaniques englobées.

A l'ouest de la chaîne de l'Isalo apparaissent successivement les couches jurassiques, crétacées et tertiaires effondrées par failles. Dans les calcaires éocènes que j'ai recueillis près de Tuléar, M. Douvillé a reconnu des Nummulites (*N. atacicus*) qui n'avaient pas encore été signalées dans le Sud.

Des mouvements assez récents ont eu lieu dans l'extrême Sud où l'on observe des restes de plages soulevées avec nombreuses coquilles marines, jusqu'à 50^m et 60^m d'altitude, notamment vers Andrahomanana.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur des traces de grands Quadrupèdes dans le Permien inférieur de l'Hérault.* Note de M. A. DELAGE, présentée par M. R. Zeiller.

En étudiant les schistes à *Walchia* (schistes de Lodève), j'ai découvert sur une de leurs grandes dalles des empreintes singulières et que je ne m'attendais point à rencontrer dans ce milieu. J'ai remarqué qu'elles n'étaient pas disséminées sans ordre sur toute la surface de la dalle, mais qu'au contraire, orientées dans le même sens, elles y formaient une piste, large d'environ 3^m, qui la traversait, pour se continuer manifestement sous les autres dalles, dans la profondeur de l'assise schisteuse.

Certes, les empreintes en question n'ont plus aujourd'hui leur fraîcheur première ; mais, si elles ne sont pas aussi nettes qu'on pourrait le souhaiter, elles le sont encore assez pour qu'on ne puisse pas se méprendre sur leur origine. Ce sont des empreintes de pieds qui, à en juger par leurs dimensions, étaient ceux d'animaux de grande taille et dont la piste, laissée sur la dalle permienne, atteste le passage en cet endroit précis et peut-être le même jour.

Toutes les empreintes sont pareilles, en ce sens qu'on ne peut pas dire qu'il y en a des petites et des grandes, ni qu'elles ne se rapportent pas à des animaux de même espèce. Leur largeur, prise au niveau des doigts, est à très peu près constante et oscille autour de 15^{cm}. Ce qu'il y a en elles de plus apparent, ce sont les doigts, auxquels on peut même dire

qu'elles sont généralement réduites, avec plus ou moins de la partie antérieure de la plante du pied.

Les doigts, véritables orteils, gros, courts, bien séparés, sont au nombre de cinq. Grâce à leur disposition, on reconnaît aisément, dans les empreintes, des pieds droits et des pieds gauches. Quant à y distinguer des pieds de devant et des pieds de derrière, je ne dis pas que ce soit impossible, mais je n'y suis pas encore parvenu.

En annonçant cette découverte à l'Académie, je ferai remarquer que ces précieux vestiges sont, à ma connaissance du moins, les traces des plus anciens grands Quadrupèdes qu'on ait jusqu'à ce jour signalés en France.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur deux genres nouveaux de Fusulinidés de l'Asie orientale, intéressants au point de vue phylogénique.* Note de M. J. **Deprat**, présentée par M. H. Douvillé.

Poursuivant mes recherches sur les Fusulinidés du Carboniférien et du Permien de l'Asie orientale, je viens de trouver deux genres nouveaux, très intéressants par la liaison qu'ils établissent entre d'autres genres de Fusulinidés. J'en ai fait de nombreuses préparations orientées, dont les photographies seront prochainement publiées.

I. *Palæofusulina.* — Je donnerai à un de ces genres nouveaux le nom de *Palæofusulina;* ses caractéristiques sont les suivantes : coquille petite, presque globulaire, longue de $3^{mm},5$ au plus, dont les rapports des axes sont normalement 1,2 : 1 ; 5 tours au plus, enroulement de rapidité moyenne ; structure des parois de la coquille offrant les poutrelles du genre *Fusulina* s. str. ; cloisons méridiennes *faiblement plissées dans la partie médiane et seulement ondulées dans le plan méridien ;* les plis sont très réguliers et cette régularité s'affirme, dans les sections tangentielles qui montrent un réseau maillé ; vers les extrémités de l'ellipsoïde les cloisons s'anastomosent comme dans les Fusulines s. str. ; *ouverture buccale réduite à une perforation médiane très nette, très restreinte.*

Au premier coup d'œil, on voit en examinant une préparation de cette espèce qu'elle s'écarte nettement du genre *Fusulina* s. str., avec qui pourtant elle offre une parenté indéniable, mais la perforation buccale presque circulaire, les cloisons presque planes dans la partie médiane, rapprochent beaucoup ce genre de *Fusulinella ;* d'autre part, elle s'écarte pourtant de ce

dernier genre par sa forme ellipsoïdale au lieu d'être lenticulaire, par le plissement faible mais régulier des cloisons dans la partie médiane, compliqué vers les pôles comme dans les vraies Fusulines.

Je suis ainsi amené à considérer ce nouveau genre comme intermédiaire entre *Fusulinella* et *Fusulina* et cette appréciation paraît bien justifiée parce que, si l'on y observe la bouche des Fusulinelles, on y trouve des cloisons plissées, non dans deux directions rectangulaires comme dans *Fusulina*, mais bien uniquement dans le plan méridien : en réalité nous assistons à une première modification de la cloison plane des Fusulinelles qui se gondolent dans le plan méridien; la cloison de mon nouveau genre marque une étape très nette dans la transformation de la cloison de *Fusulinella* en cloison de *Fusulina*.

J'ajouterai une considération intéressante, c'est que ce nouveau genre, qui constitue un chaînon si net entre *Fusulinella* et *Fusulina*, apparaît dans le Dinantien, dans des calcaires noirs qui renferment à la montagne de l'Éléphant, près Haïphong, une faune que M. Mansuy étudie actuellement et qu'il considère comme très étroitement apparentée à celle de Visé. Ainsi aux considérations purement phylogénétiques vient s'ajouter ce fait très significatif que *Palæofusulina* existe dans le Carboniférien inférieur, *avant l'apparition de Fusulina* s. str. qui en dérive, tandis qu'elle-même dérive de *Fusulinella;* dans les gisements de Lang-Nac (Tonkin) et du Minh-Cam (Nord-Annam) où je l'ai découverte moi-même, elle est toujours accompagnée de Fusulinelles, tandis que *Fusulina* n'y existe *jamais*, ce dernier genre se développant au contraire puissamment dans les énormes masses calcaires qui existent au-dessus.

II. *Neofusulinella*. — J'ai trouvé dans les calcaires rapportés de Bam-Na-Mat (entre Sam-Neua et Luang-Prabang), par M. Mansuy, un autre Fusulinidé constituant indiscutablement un genre nouveau. Au premier aspect on serait tenté d'y voir une Schwagérine, mais une section longitudinale montre immédiatement qu'il en diffère par la présence *d'une seule ouverture buccale*. La coquille est allongée, avec le rapport 1,8 : 1, atteignant $2^{mm},5$ de grand axe, 5 tours au plus, cloisons *planes* et rapprochées, *ouverture buccale unique*, loge initiale petite.

Dans ce genre, la section transversale rappelle tout à fait une section de Fusulinelle, mais la section longitudinale en diffère complètement par son allongement suivant l'axe d'enroulement, caractère qui la sépare de *Fusulinella*, tandis que l'ouverture unique la sépare de *Schwagerina*. Malgré le

grand nombre de caractères génériques qui la rapprochent de *Fusulinella*, l'allongement oblige à faire de cette forme un genre nouveau auquel convient l'appellation de *Neofusulinella*. En effet il se trouve dans les calcaires permiens à *Doliolina lepida*. Je le considère comme une modification dans le temps d'un rameau détaché du genre *Fusulinella* s. str. ayant évolué parallèlement à la branche qui lui a donné naissance, puisqu'il y a encore des Fusulinelles dans le Permien supérieur; j'en possède beaucoup d'exemples.

La séparation entre *Fusulinella* et *Schwagerina* s'est faite au début du Moscovien. J'ai fait connaître en effet une Schwagérine [1] incontestablement moscovienne qui rappelle du reste intimement le genre *Neofusulinella*, mais possède des ouvertures multiples et peut être considérée comme une Fusulinelle, allongée légèrement suivant l'axe d'enroulement et à multiples ouvertures. On peut donc résumer la question ainsi : au début du Moscovien le genre *Fusulinella* s. str. donne naissance au rameau *Schwagerina* en transformant la forme lenticulaire en ellipsoïde et en multipliant ses ouvertures; plus tard il donne naissance au genre *Neofusulinella* en s'allongeant encore, mais en conservant une ouverture unique. D'autre part, nous avons vu plus haut que *Fusulinella* donne pendant le Dinantien un autre rameau, *Palæofusulina*, type ancestral de *Fusulina* s. str.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Changements hydrographiques produits par les volcans de la chaîne des Puys. Les lacs de barrage disparus.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Pierre Termier.

L'édification de la chaîne des Puys, bien qu'ayant apporté des changements topographiques considérables dans la région séparant la Sioule de la Limagne, changements qui se traduisirent par l'*addition d'un nouveau relief*, ne changea pas sensiblement le tracé des anciens cours d'eau, qui forment aujourd'hui un *réseau hydrographique fossile*, en partie souterrain.

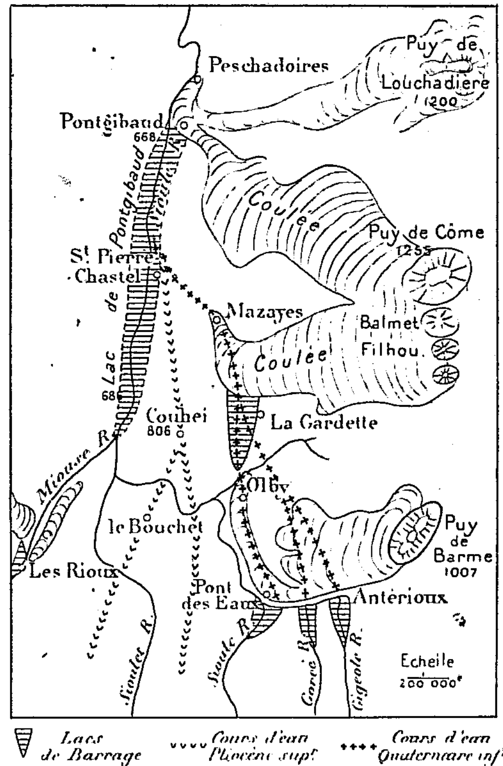
Les modifications hydrographiques les plus importantes eurent lieu dans le bassin de la Sioule. Cette rivière longe la base de la chaîne des Puys à l'Ouest et draine le flanc nord du massif du Mont-Dore avec ses affluents : la Miouse, le Sioulot, la Gorce, la Gigeole, etc. Tous ces cours

---

(1) *Étude des Fusulinidés de Chine et d'Indo-Chine*, p. 1, dans le Volume I des *Mémoires du Service géologique d'Indo-Chine*, fasc. 3, p. 1-76, 9 planches (dont l'impression s'achève). On y trouvera la description de 33 espèces de Fusulines, Schwagérines, Doliolines et Néoschwagérines, dont 13 nouvelles.

d'eau furent barrés en maints endroits, ainsi que leurs vallées, par des coulées de lave issues des Puys, qui donnèrent ainsi naissance à six lacs de barrage ayant complètement disparu aujourd'hui.

On observe les traces d'un cours d'eau *Pliocène moyen*, jalonné par les alluvions sous-basaltiques du Mont-Dore, de Saint-Pierre-Roche, du Bouchet, Couhei et Saint-Pierre-Chastel.



Carte au 200000e.

Au *Pliocène supérieur*, des coulées basaltiques issues du Mont-Dore s'étendirent à l'Est et en contre-bas de Couhei en donnant naissance à des planèzes dans lesquelles s'enfonça peu à peu une nouvelle vallée S.-N. prenant naissance au lac de Servières, et qui constitua la Sioule de cette époque.

1° Au *Quartenaire inférieur*, cette vallée, de direction S.-N. et en forme de gorge était creusée au niveau d'Olby, Fung, Mazayes et Pontgibaud. Une première série de coulées issues des Puys Balmet et Filhon vinrent alors la barrer sur 2^{km} de long et 40^{m}

de haut entre la Gardette et Mazayes et déterminèrent en amont la formation d'un lac qui s'étendait jusqu'à Olby. Ce barrage avait été reconnu par Montlosier.

Mais, contrairement à tous les autres barrages volcaniques d'Auvergne, il fut à peine entouré par la Sioule dont le cours fut détourné à l'Ouest, à partir d'Olby, vraisemblablement par suite de *capture* par un affluent latéral de la Miouse.

Il y eut aussi capture et *renversement du cours* du ruisseau de Ceyssat et d'une partie des eaux souterraines de la coulée de Balmet-Filhon, entre la Gardette et Olby.

L'ancien lac de la Gardette, occupé par l'étang de Fung, eut son fond remblayé sur plus de 10^{m} de haut en amont de la digue lavique; il constitue aujourd'hui une *vallée morte*.

2° Trois autres lacs de barrage prirent naissance postérieurement, lors de l'émission des coulées de Puy de Barme, qui formèrent un rempart élevé au travers des vallées de la Sioule, de la Gorce et de la Gigeole. Le cours sud-nord de ces rivières, au droit d'Antérioux et de Pont-des-Eaux, fut transformé en un cours est-ouest, mais ici les rivières se frayèrent une nouvelle voie à la limite du front des coulées et du territoire encaissant.

3° Un cinquième lac, de durée également éphémère, fut formé par le barrage de la vallée de la Miouse par une des coulées du Puy de Bonson, en face du château de Rioux : coulée qui fut ensuite sectionnée par la Miouse et constitue aujourd'hui un escarpement de 20^{m} au-dessus de cette rivière.

4° Plus en aval, la Sioule fut endiguée au moins à trois reprises, entre Pontgibaud et Peschadoires, par les *coulées successives* de basalte et de labradorite des Puys de Côme et de Louchadière, qui offrent à Peschadoires le caractère curieux d'avoir été entaillées par la rivière et *emboîtées* les unes dans les autres.

Le barrage de Pontgibaud s'étendit à travers la vallée de la Sioule, sur environ 60^{m} de haut et 2^{km} de long.

Les eaux s'accumulèrent en amont de ce barrage en constituant un lac de près de 8^{km} de long (lac de Pontgibaud) que ses émissaires ne tardèrent pas à remblayer jusqu'à la partie supérieure de la digue par des apports de matériaux en grande partie volcaniques.

Ce lac fut *le plus grand lac volcanique quaternaire* de l'Auvergne. Sa superficie atteignait sensiblement celle du lac de Saint-Point (Doubs); elle était trois fois plus grande que celle du lac de Gérardmer et sept fois plus considérable que celle des lacs d'Aydat et du Chambon.

L'emplacement de ce lac est aujourd'hui décelé par la plaine alluviale de débordement qui s'étend en amont de Pontgibaud, dans laquelle la Sioule n'offre qu'une pente infime (0,0005 par mètre sur 7^{km}), tandis qu'elle est 42 fois plus forte (0,021 par mètre sur 3^{km}) en aval (chiffres obligeamment relevés par M. Poisson, ingénieur des Ponts et Chaussées).

Cette *rupture de pente* est due au barrage volcanique qui a déterminé en

amont la formation d'une vallée à fond plat peu encaissée, tandis qu'en aval la vallée est restée une gorge resserrée parcourue par la Sioule torrentielle.

Une autre conséquence du remplissage de la vallée de la Sioule a trait aux coulées de la chaîne miocène supérieure de la Sioule qui, au début du Quaternaire, étaient *suspendues* à 150^m au-dessus de la vallée et qui, aujourd'hui, ne culminent plus cette vallée que de 90^m.

5° En dehors des lacs précités, les barrages des diverses vallées, par les coulées de la chaîne des Puys, donnèrent naissance à 18 autres lacs dont il ne reste plus aujourd'hui que deux (lacs d'Aydat et de la Cassière).

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie procède à la nomination d'une Commission chargée d'examiner une pétition présentée par les Correspondants nationaux :

MM. **Poincaré** et **Picard**, pour les Sciences mathématiques; MM. **Perrier** et **Dastre**, pour les Sciences physiques; MM. **Alfred Picard** et **Cailletet**, pour la Section des Académiciens libres, réunissent la majorité des suffrages.

La Commission se composera de ces Membres élus et du Bureau de l'Académie.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mai 1912.

Institut de France. Académie des Sciences. *Bulletin du* Comité international permanent *pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel;* t. VII, 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. *Caisse des Recherches scientifiques, année* 1911. *Rapport annuel adressé au Président de la République française*, par M. Alfred Picard, Membre de l'Institut. Melun, Imprimerie administrative, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bref och skrifvelser af och til Carl von Linné, med understöd af svenska Staten utgifna af Upsala Universitet; första afdelingen, del VI : *Bref till och från svenska enskilda personer : E-Hallman;* utgifna och med upplysande noter försedda, af Th.-M. Fries. Stockholm, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Traité des variations de la colonne vertébrale de l'homme et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie zoologique, par M. A.-F. Le Double; 120 dessins et schémas dans le texte, dont 26 par M. L.-H. Farabeuf et 94 par M. Louis Danty-Collas. Paris, Vigot frères, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Les Velus, contribution à l'étude des variations par excès du système pileux de l'homme, par A.-F. Le Double et François Houssay; 250 figures dans le texte, dont 115 par M. Louis Danty-Collas et 9 planches hors texte. Paris, Vigot frères, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier.)

Trois Doyens de la Faculté des Sciences de Grenoble, par W. Kilian, Correspondant de l'Institut; avec un Appendice comprenant la *Liste bibliographique des travaux d'Émile Gueymard.* Grenoble, Allier frères, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le sporophyte et le gamétophyte du Végétal. Le soma et le germen de l'Insecte, par Charles Janet (fasc. 30). Limoges, Ducourtieux et Gout, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de M. L. Joubin; Tome IV, fasc. II : *Bancs et récifs de Coraux* (Madrépores), par L. Joubin; texte et carte. — Fasc. III : *Les Ripple-Marks*, par Ch. Epry. — Fasc. IV : *Puissance de transport des courants d'eau et des courants d'air*, par L. Sudry. Paris, Masson et Cie, 1912; 3 fasc. et un étui in-4°.

Halley's Comet, by Crommelin and D. Smart. (*Memoirs of the British astronomical Association;* t. XIX, part I : *Report of the section for the observation of Comet's.*) Londres, 1912; 1 fasc. in-8°.

Bericht über das Erdbeben in den Alpen vom 13 *Juli* 1910, von JOSEF SCHORN; mit 4 Kartenskizzen. (*Mitteilungen der Erdbeben-Kommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien;* nouvelle série, n° XLII.) Vienne, 1911; 1 fasc. in-8°.

Annual Report of the director Kodaikanal and Madras Observatories, for 1911. Madras, Imprimerie du Gouvernement, 1912; 1 fasc. in-4°.

Kodaikanal Observatory. Bulletin, n° XXV : List of prominences observed between 1911 january 1 and 1911 june 30, by J. EVERSHED. S. I., 1911; 1 fasc. in-4°.

University of Pennsylvania. *Sixth annual Report of the Henry Phipps Institute, for the study, treatment and prevention of tuberbulosis.* Philadelphie, 1912, 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JUIN 1912.

L'accroissement des dimensions des navires, par L.-E. BERTIN, Membre de l'Institut. (Note publiée dans la *Revue générale des Sciences;* 23e année, n° 10, 30 mai 1912, p. 382-389.) Paris, Armand Colin; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon. *XXIIIe Bulletin chronométrique*, année 1910-1911, publié par M. A. LEBEUF, Directeur de l'Observatoire. Besançon, J. Millot et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Beretning om den anden skandinaviske Matematikerkongress i Kjöbenhavn 1911, udgiven af NIELS NIELSEN. (Présenté par M. Darboux.)

Traité de Métallographie, par FÉLIX ROBIN. Préface de M. F. OSMOND. Paris, A. Hermann et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

Statistique générale de la France. *Bulletin du Conseil supérieur de Statistique*, publié par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale; n° 11. *Compte rendu des Sessions de* 1908 *et* 1912. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille; t. XVIII, fasc. 1-13, t. XX, et Supplément du Tome XX. Paris, Hermann et fils; Marseille, P. Ruat, 1909-1912; 13 fasc. et 2 vol. in-4°.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse : Les nappes de recouvrement des Alpes occidentales et les territoires environnants. Essai de carte structurale, par ÉMILE ARGAND, 1902-1911; Carte spéciale n° 64, avec 3 planches de profils. — *Stühlingen*, publié par F. SCHLACH, terminé en 1909; Carte spéciale, n° 144, et texte explicatif. Zurich, 1912; 5 feuilles de divers formats, et 1 fasc. in-8°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg; t. XVII, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 fasc. in-4°.

The Journal of the Royal astronomical Society of Canada; t. VI, n° 1, january-february, 1912. Toronto; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 20 mai 1912.)

Note de M. *G. Sagnac*, Mesure directe des différences de phase dans un interféromètre à faisceaux inverses. Application à l'étude optique des argentures transparentes :

Page 1346, ligne 7 en remontant, *au lieu de* se déplaçant, *lire* se déplaçaient.
Même page, ligne 3 en remontant, *au lieu de* faisceaux, *lire* faisceaux inverses.
Page 1348, ligne 13, *au lieu de* la pointe, *lire* le pointé.



N° 23.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 3 Juin 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

N° 23.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 24 (10 Juin 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Résistance qu'éprouve un ellipsoïde dans ses lentes translations uniformes à travers un liquide visqueux, calculée en y étendant la méthode qui a réussi pour les lentes translations, même variées, de la sphère.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. J'ai pu, vers le commencement de 1885 (*Comptes rendus*, t. 100, p. 935), traiter simplement le problème des lentes translations variées d'une sphère, suivant l'axe des x, au sein d'un liquide visqueux indéfini, en faisant d'abord vérifier identiquement par les vitesses u, v, w du liquide l'équation dite *de continuité* (ou de conservation des volumes fluides), grâce aux expressions suivantes de ces vitesses,

$$(1)\qquad u = \Delta_2\Phi - \frac{d^2\Phi}{dx^2}, \qquad v = -\frac{d^2\Phi}{dx\,dy}, \qquad w = -\frac{d^2\Phi}{dx\,dz},$$

où Φ est une fonction auxiliaire de x, y, z, t, et en astreignant ensuite Φ à satisfaire aux conditions d'intégrabilité de la différentielle totale en x, y, z de la pression moyenne p (telle que cette différentielle résulte des équations de Navier pour les liquides visqueux), sans avoir à supposer Φ fonction d'autres variables que le temps t et la distance *actuelle* $r = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$ au centre de la sphère. Or la facilité avec laquelle le problème posé s'est trouvé ainsi résolu m'a suggéré plus récemment l'idée d'étendre, si c'était possible, la même méthode au cas de l'ellipsoïde

$$(2)\qquad \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

en regardant alors Φ comme fonction de t et du paramètre λ, variable de zéro à l'infini, qui caractérise les divers ellipsoïdes extérieurs, homofocaux du proposé,

$$\frac{x^2}{a^2+\lambda}+\frac{y^2}{b^2+\lambda}+\frac{z^2}{c^2+\lambda}=1. \tag{3}$$

Alors, en effet, ce paramètre λ remplace tout naturellement le rayon r des sphères, vu que les hypothèses $a=b=c=R$ donnent $\lambda=r^2-R^2$.

Mais un calcul assez pénible m'a montré que la couche superficielle du fluide, en réalité adhérente à l'ellipsoïde solide, ne peut, avec les formules (1), le suivre dans sa lente translation, que si celui-ci est flexible et éprouve certaines déformations dépendant de la vitesse du centre.

II. La méthode par les formules (1) ayant ainsi échoué, j'ai observé que, pour le cas type de la sphère, la dérivée de Φ en x, dont le rôle est visiblement prédominant dans les formules (1), devient le produit de x par la fonction $\frac{1}{r}\frac{d\Phi}{dr}$ de r et de t; et l'idée assez naturelle m'est venue, passant à l'ellipsoïde, de remplacer cette fonction de r et de t par une fonction φ de λ et de t. Mais il restait, dès lors, à remplacer aussi, dans les formules (1), le terme $\Delta_2\Phi$. Et comme il est, chez la sphère, fonction uniquement de r et de t, il était non moins naturel de lui substituer une seconde fonction, ψ, de λ et de t, de manière à avoir deux fonctions auxiliaires φ, ψ au lieu d'une seule Φ, ou à prendre, au lieu de (1),

$$u=\psi-\frac{d.x\varphi}{dx},\qquad v=-\frac{d.x\varphi}{dy},\qquad w=-\frac{d.x\varphi}{dz}, \tag{4}$$

formules offrant, en revanche, l'avantage de contenir au plus des dérivées premières, à la place des dérivées secondes qui figuraient à tous les termes des précédentes (1). Il est vrai qu'elles ne vérifient pas identiquement la condition de continuité, devenue visiblement, avec elles,

$$\frac{d\psi}{dx}-\Delta_2(x\varphi)=0. \tag{5}$$

Mais celle-ci (5) pourra justement servir, dès le début du calcul, à rattacher l'une à l'autre les deux fonctions auxiliaires φ, ψ. Effectivement, si l'on pose, en vue d'abréger, comme j'ai fait, en traitant le même problème pour un liquide parfait, au Tome II, p. 218, du *Cours de Physique mathéma-*

tique de la Faculté des Sciences (Paris, 1903, Gauthier-Villars),

$$(6)\qquad \begin{cases} H = \dfrac{x^2}{(a^2+\lambda)^2} + \dfrac{y^2}{(b^2+\lambda)^2} + \dfrac{z^2}{(c^2+\lambda)^2}, \\ K = \dfrac{x^2}{(a^2+\lambda)^3} + \dfrac{y^2}{(b^2+\lambda)^3} + \dfrac{z^2}{(c^2+\lambda)^3}, \end{cases}$$

on trouve aisément (p. 219) les expressions de la dérivée de ψ en x et de $\Delta_2(x\varphi)$; après quoi l'équation (5) devient, en y appelant φ', φ'', ψ', ... les dérivées successives de φ, ψ en λ et supprimant partout un facteur commun différent de zéro,

$$(7)\qquad \frac{\psi'}{a^2+\lambda} - 2\varphi'' - \left(\frac{3}{a^2+\lambda} + \frac{1}{b^2+\lambda} + \frac{1}{c^2+\lambda}\right)\varphi' = 0.$$

III. Cela posé, les conditions qui expriment l'intégrabilité de la différentielle totale en x, y, z de la pression moyenne p, dans les équations de Navier, se trouvent être ici

$$(8)\qquad \frac{d}{d(y,z)}\left(\frac{\rho}{\varepsilon}\frac{d\psi}{dt} - \Delta_2\psi\right) = 0.$$

Elles signifient que la différentielle *totale en y et z* de l'expression entre parenthèses, dans (8), est nulle. Donc, en particulier, cette expression doit rester invariable, à l'époque t, le long de l'ellipse d'intersection de l'ellipsoïde (3), mené en (x, y, z), par le plan $x =$ const. Or, sur le parcours de cette ellipse, ni t, ni x, ni λ ne varient; et, comme on trouve aisément

$$(9)\qquad \Delta_2\psi = \frac{2}{H}F(\lambda), \qquad \text{où} \qquad F(\lambda) = 2\psi'' + \left(\frac{1}{a^2+\lambda} + \frac{1}{b^2+\lambda} + \frac{1}{c^2+\lambda}\right)\psi',$$

il n'y a de variable *suivant le chemin suivi*, dans la parenthèse de (8), que le dénominateur H divisant $-2F(\lambda)$. Par conséquent, la vérification de l'équation (8) exige que l'on ait $\Delta_2\psi = 0$, ou $F(\lambda) = 0$, équation différentielle en ψ', d'après la seconde (9). Son intégration donne, si $-2N$ désigne la constante arbitraire introduite,

$$(10)\qquad \psi' = \frac{-2N}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}}.$$

Cette arbitraire N est, d'ailleurs, indépendante de t; car l'équation (8), où la parenthèse se trouve réduite désormais à son premier terme, implique que la dérivée de ψ en t ne varie pas avec λ. Elle est donc, tout au plus, fonction de t; et ψ se décompose, dès lors, en deux parties dépendant sépa-

rément, l'une de t, l'autre de λ. La dérivée ψ' de celle-ci est, par suite, indépendante de t.

D'autre part, l'équation (7) devient aussi, par substitution à ψ' de sa valeur (10), une équation différentielle en φ' qui, intégrée en appelant T la constante d'intégration (peut-être susceptible de dépendre de t), donne

$$(11) \qquad \varphi' = \frac{-N(\lambda + T)}{(a^2+\lambda)\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}}.$$

Enfin, les relations (10), (11), multipliées par $d\lambda$ et intégrées de manière à annuler, comme il le faut bien, les vitesses u, v, w aux distances infinies de l'ellipsoïde solide, c'est-à-dire pour λ infini, deviennent

$$(12) \qquad \begin{cases} \psi = 2N\displaystyle\int_\lambda^\infty \frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}}, \\ \varphi = N\displaystyle\int_\lambda^\infty \frac{\lambda+T}{a^2+\lambda}\frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}} \end{cases} \text{ (1)}.$$

IV. On aura, par suite, comme valeurs (4) des vitesses,

$$(13) \quad u = \psi - \varphi - \frac{2\varphi' x^2}{H(a^2+\lambda)}, \qquad v = -\frac{2\varphi' xy}{H(b^2+\lambda)}, \qquad w = -\frac{2\varphi' xz}{H(c^2+\lambda)}.$$

Elles doivent, sur la couche superficielle $\lambda = 0$ du fluide, qui adhère à l'ellipsoïde solide, se réduire à la translation donnée U de celui-ci suivant l'axe des x. Sauf à égaler plus tard à U la vitesse commune, c'est ce qui aura lieu à la condition nécessaire et suffisante

$$(14) \qquad (\text{pour } \lambda = 0) \qquad \varphi' = \varphi'_0 = \frac{-NT}{a^3bc} = 0; \qquad \text{d'où} \qquad T = 0,$$

vu que l'annulation de N rendrait la solution illusoire.

On aura ensuite, d'après (12), comme valeur U de u sur toute la couche superficielle,

$$(15) \qquad U = \psi_0 - \varphi_0 = N\int_0^\infty \frac{2a^2+\lambda}{a^2+\lambda}\frac{d\lambda}{\sqrt{(a^2+\lambda)(b^2+\lambda)(c^2+\lambda)}};$$

d'où l'on déduira la constante N en fonction de la vitesse donnée U du solide.

---

(1) On pourrait ajouter aux seconds membres une fonction arbitraire du temps t, d'ailleurs commune aux deux pour ne pas empêcher la différence $\psi - \varphi$ et, par suite, u, de s'annuler à la limite $\lambda = \infty$. Mais cette fonction arbitraire de t s'éliminerait des expressions (4) de u, v, w et serait dès lors sans importance.

Comme cette constante ne peut pas, on l'a vu, dépendre de t, la présente généralisation s'appliquera uniquement à une translation *uniforme* du corps, censée exister depuis assez longtemps pour avoir rendu *permanentes tout autour* les vitesses du fluide ([1]).

V. Occupons-nous enfin des pressions. Et, d'abord, les formules de Navier donnent pour la pression moyenne p, abstraction faite d'une constante arbitraire sans importance, $p = -\varepsilon\Delta_2(x\varphi)$, où l'on remplacera, d'après (5), $\Delta_2(x\varphi)$ par la dérivée première de ψ en x.

Cela posé, la composante, suivant les x, de la traction exercée du dehors, par unité d'aire, sur un élément $d\sigma$ de surface de l'ellipsoïde λ, ayant α, β, γ pour cosinus directeurs de sa normale extérieure dn, sera, d'après les formules de Navier et les expressions (4) de u, v, w,

$$(16) \qquad -\varepsilon\left[2\frac{d.\varphi-\psi}{dx}\alpha+\left(\alpha\frac{d}{dx}+\beta\frac{d}{dy}+\gamma\frac{d}{dz}\right)(2\varphi-\psi) + 2x\left(\alpha\frac{d}{dx}+\beta\frac{d}{dy}+\gamma\frac{d}{dz}\right)\frac{d\varphi}{dx}\right].$$

En y effectuant les différentiations indiquées, assez laborieuses, et en observant finalement, d'une part, que les dérivées de λ en x, y, z peuvent s'écrire $\frac{2}{\sqrt{\text{H}}}(\alpha, \beta, \gamma)$, d'autre part, que φ'' s'exprime, grâce à (7), en fonction de ψ' et de φ', il vient pour cette composante de pression, suivant les x, sur l'unité d'aire de l'élément $d\sigma$ d'ellipsoïde,

$$(17) \qquad -\frac{2\varepsilon}{\sqrt{\text{H}}}\left\{-\psi'+2\left[1+\left(2\text{K}\frac{a^2+\lambda}{\text{H}}-3-\frac{a^2+\lambda}{b^2+\lambda}-\frac{a^2+\lambda}{c^2+\lambda}\right)\alpha^2\right]\varphi'\right\}.$$

Multiplions-la par $d\sigma$; puis spécifions-la pour l'ellipsoïde solide $\lambda = 0$, où $\varphi' = \varphi'_0 = 0$ et où il reste seulement $-\psi'_0 = \frac{2\text{N}}{abc}$ dans la grande parenthèse de (17). Enfin, intégrons l'expression sur toute l'étendue σ de la couche superficielle. Nous aurons évidemment la résistance totale cherchée

---

([1]) Cette permanence, *relative au corps*, de u, v, w, s'exprime ici comme une permanence *absolue dans l'espace*, c'est-à-dire par les relations $\frac{d(u, v, w)}{dt} = 0$; car, vu la lenteur supposée des mouvements, la différence des deux sortes de permanence tient, pour u, v, w, à des termes valant respectivement les produits, *non linéaires et négligeables*, de $\frac{d(u, v, w)}{dx}$ par U.

$\mathcal{F}_x$ du fluide, estimée suivant le sens de la translation uniforme U du corps :

$$\mathcal{F}_x = -\frac{4\varepsilon N}{abc}\int_\sigma \frac{d\sigma}{\sqrt{H}}. \tag{18}$$

Or l'inverse de $\sqrt{H}$ exprime la perpendiculaire abaissée du centre sur le plan de l'élément $d\sigma$. L'élément de l'intégrale représente donc trois fois le volume de la pyramide à base $d\sigma$ ayant le centre pour sommet ; et l'intégrale elle-même vaut le triple, $4\pi abc$, du volume de l'ellipsoïde. Ainsi, il vient simplement

$$\mathcal{F}_x = -16\pi\varepsilon N, \tag{19}$$

expression où il ne restera plus qu'à remplacer N par sa valeur tirée de (15) et proportionnelle à U.

VI. Le cas simple d'une sphère de rayon R, où $a = b = c = R$ et où $\lambda = r^2 - R^2$, rend immédiate l'intégration dans (15) ; et il vient pour $\mathcal{F}_x$ la formule usuelle, due à Stokes,

$$\mathcal{F}_x = -6\pi\varepsilon RU \qquad \text{(pour la sphère)}. \tag{20}$$

Dans un beau Mémoire qui a remporté en 1911 le prix Vaillant de l'Académie des Sciences (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1286), où le problème du lent mouvement uniforme de l'ellipsoïde au sein d'un liquide visqueux est résolu par l'emploi des coordonnées elliptiques, paramètres des trois familles de quadriques homofocales et orthogonales, l'auteur M. Liénard traite encore deux cas simples où l'ellipsoïde est de révolution. Ce sont ceux de la translation d'un disque plat circulaire, soit suivant son axe, soit dans le plan de son équateur :

Premier cas. — L'intégrale définie, dans (15), s'exprime par un arc tangente ; et il vient

$$\mathcal{F}_x = -16\varepsilon RU \qquad \text{(disque normal à la translation)}. \tag{21}$$

Si l'on compare cette résistance à celle qu'éprouve la sphère, où la section normale maxima (*le maître-couple*) a le même contour $2\pi R$, mais où la surface du corps est double, on trouve qu'elle en vaut la fraction $\frac{8}{3\pi}$, assez peu inférieure à l'unité.

Second cas. — L'intégrale définie, dans (15), s'exprime encore par un arc

tangente, mais joint à une partie algébrique finalement nulle; et l'on trouve, en y appelant R' le rayon et $\mathfrak{F}'_x$ la résistance,

$$(22) \qquad \mathfrak{F}'_x = -\frac{32}{3}\varepsilon R'U \qquad \text{(disque mû dans son plan).}$$

Si, à cette résistance du disque mû dans son plan, on compare la précédente (21), *pour même contour de la section normale maxima* (4R' ici, au lieu de $2\pi R$), le rapport obtenu est $\frac{3}{\pi}$, peu inférieur encore à l'unité, alors que le rapport des surfaces est celui des carrés des rayons, $\frac{4}{\pi^2}$, ou n'atteint pas même la valeur $\frac{1}{2}$ ci-dessus, offerte par la comparaison, à la sphère, du disque mû normalement à son plan.

Ces exemples indiquent bien qu'à égalité du contour de la section normale maxima, la résistance dépend assez peu de la forme du corps, tout en croissant lentement avec son aire, ou avec sa longueur dans le sens du mouvement. Ainsi se trouve confirmée une induction que j'avais formulée dans le même Tome II de mon cours (p. 261).

CHIMIE PHYSIQUE. — *La loi d'action de masse.* Réponse à M. Colson. Note de M. **Henry Le Chatelier.**

Au cours de ses critiques contre la Chimie physique, M. Colson a contesté, dans une Note récente ([1]), l'exactitude de la *loi de l'action de masse* et a jugé bon à cette occasion de me mettre directement en cause. Je ne puis me dispenser de répondre à cette attaque.

M. Colson invoque à l'appui de ses critiques un raisonnement théorique et une preuve expérimentale.

Dans la discussion théorique, il prend comme point de départ les deux hypothèses de Van 't Hoff :

1° L'existence de parois semi perméables aux gaz;

2° L'exactitude rigoureuse de la loi des mélanges des gaz.

Les prémisses étant identiques à celles du savant hollandais, les conclusions devraient aussi être les mêmes, à moins d'erreur grave dans l'un des raisonnements. En fait, M. Colson fait intervenir, sans s'en apercevoir, une

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, 28 mai 1912, p. 1420.

condition contradictoire avec sa conclusion même. Il change la pression du système étudié : iode et hydrogène, en laissant invariable la masse totale de chacun des deux corps; la composition du mélange gazeux reste alors invariable et la loi d'action de masse est par là même mise hors de cause, puisqu'elle s'applique exclusivement au cas de la variation des masses relatives en présence.

M. Colson a simplement retrouvé par une méthode détournée et peu précise, puisqu'elle repose sur deux hypothèses, une conséquence de la *loi générale de stabilité de l'équilibre* que j'ai depuis longtemps établie par des raisonnements absolument rigoureux. D'après cette loi, la composition d'un système gazeux en équilibre n'est pas modifiée par un changement de pression, quand la réaction réversible considérée n'est accompagnée d'aucune variation de volume; c'est précisément le cas de la dissociation de l'acide iodhydrique.

Les proportions des différents gaz : hydrogène, vapeur d'iode et acide iodhydrique restant invariables, on a nécessairement, en appelant p_1, p_2 les pressions partielles de chaque gaz et P la pression totale du mélange, les relations de proportionnalité

$$\frac{p_1}{P} = \text{const.}, \qquad \frac{p_2}{P} = \text{const.}$$

et, en multipliant deux à deux ces égalités,

$$\frac{p_1 p_2}{P^2} = \text{const.};$$

c'est là précisément la relation établie par M. Colson ; il aurait exactement trouvé le même résultat en comprimant un mélange quelconque de composition invariable, de l'air par exemple. Mais, je le répète, cela n'a rien à voir avec la loi de l'action de masse, qui concerne seulement le cas où les proportions des corps en présence varient.

Pour essayer ensuite de démontrer expérimentalement l'inexactitude de cette loi, M. Colson a eu l'idée originale de s'adresser à un groupe d'expériences de M. Lemoine, que notre savant confrère avait précisément utilisées pour démontrer l'exactitude de la même loi (1). Ces recherches sur la dissociation de l'acide iodhydrique remontent à l'âge héroïque de la mécanique chimique. Elles ont eu un très grand retentissement, parce que

(1) G. Lemoine, *Études sur les équilibres chimiques*, 1881, p. 264 et 316. Dunod, éditeur.

ce furent les premières études sur la dissociation où l'on se soit préoccupé de faire des mesures et d'en discuter le degré d'exactitude. Elles ne peuvent cependant rien prouver ni pour, ni contre la loi de l'action de masse, parce qu'elles ne présentent pas une précision suffisante. En discutant les résultats de ses mesures, M. Lemoine signale parfois la présence de 20 pour 100 de gaz étrangers dans l'hydrogène dosé après réaction; en outre, l'attaque du verre par l'acide iodhydrique entraîne une correction plus incertaine encore. Dans ces expériences, l'hydrogène libre est seul dosé, l'acide iodhydrique est calculé par différence et l'iode resté libre par une seconde différence; la détermination de ce dernier corps accumule donc toutes les erreurs de l'expérience. L'exemple invoqué particulièrement par M. Colson contre la loi de l'action de masse, celui qui donne pour la constante le nombre 12, correspond précisément à une quantité d'iode libre tellement faible, moins de 4 pour 100 du volume total, que sa quantité ne peut pas être considérée comme connue à 100 pour 100 près. Il n'y a pas à faire entrer en ligne de compte de semblables résultats.

Plus tard, M. Bodenstein [1], s'inspirant des indications données par M. Lemoine, a repris les mêmes recherches et s'est astreint à doser dans chaque expérience les trois corps en présence : iode, hydrogène et acide iodhydrique. Grâce à cette méthode de contrôle, il a reconnu la disparition par combinaison avec le verre des appareils de 10 pour 100 au moins de la masse des corps mis en présence. Ces expériences plus précises donnent une meilleure vérification de la loi de l'action de masse et infirment au contraire la loi de M. Colson, comme le montre le Tableau suivant donnant la valeur de la constante calculée pour chacune des deux lois :

Rapport de I à H..........	0,254	0,702	1,238	1,552	2,538
Loi de M. Colson..........	0,25	1,90	1,20	1,01	0,67
Loi d'action de masse......	1,60	1,87	2,14	2,02	2,45

Mais je n'insiste pas sur cette vérification expérimentale, car les irrégularités des nombres successifs sont encore trop fortes.

Au point de vue expérimental, tout ce qu'on peut dire est que la loi de l'action de masse rend compte des résultats obtenus jusqu'ici avec le degré de précision qu'ils comportent. Par contre, au point de vue théorique, la démonstration de cette loi repose sur des bases infiniment plus solides que M. Colson ne paraît le croire. Il y a cependant une distinction essen-

(1) *Zeit. f. physikalische Chemie*, t. XXII, 1897, p. 16.

tielle à faire entre les méthodes suivies par les savants qui ont étudié ce problème.

Guldberg et Waage, M. Lemoine, Hortsmann et Van 't Hoff ont édifié cette loi sur des hypothèses arbitraires, très intéressantes comme méthodes d'investigation, mais ne pouvant prétendre à aucune rigueur démonstrative.

Frappé de l'incertitude du point de départ de ces raisonnements, je m'étais efforcé, comme le rappelle M. Colson, d'établir la même loi d'une façon purement empirique, par la seule comparaison des expériences déjà faites et en insistant sur le caractère approximatif de cette loi.

Mais, antérieurement à ces recherches, Gibbs avait déjà traité la même question, en employant un raisonnement presque rigoureux, que j'ai depuis rendu absolument rigoureux, dans lequel on rattache la loi d'action de masse à deux lois expérimentales : celle du mélange des gaz et celle de la constance des tensions de vapeur en présence de gaz étrangers. On peut aujourd'hui affirmer, en toute confiance, que les incertitudes de la formule contestée par M. Colson sont seulement de l'ordre de grandeur de celles des deux lois expérimentales en question : loi du mélange des gaz et loi de la constance des tensions de vapeur, lois limites qui seraient rigoureusement exactes dans le cas de gaz parfaits.

Pour arriver à cette loi de l'action de masse, Gibbs remarque que la loi expérimentale de la constance des tensions de vapeur peut être établie *a priori* si l'on admet que le potentiel thermodynamique d'une masse gazeuse est égal à la somme des potentiels thermodynamiques de ses constituants. Partant alors de cette hypothèse, il en déduit, comme une conséquence immédiate, la loi d'action de masse.

J'établis la même loi sans l'intermédiaire d'aucune hypothèse, en séparant par voie réversible les différents composants du mélange, après les avoir ramenés à l'état solide, soit par compression ou refroidissement, soit par combinaison réversible avec un autre corps. Les calculs, bien entendu, font intervenir la loi de constance des tensions de vapeur comme dans le raisonnement de Gibbs, mais cette méthode directe a l'avantage de rattacher les déviations possibles de la loi d'action de masse à celles des lois des mélanges gazeux. Lorsque ces dernières lois seront plus exactement connues, il sera possible de corriger et de compléter la loi d'action de masse.

Il faut bien comprendre cependant qu'il s'agit là seulement de subtilités portant sur des infiniment petits, sans aucun intérêt pour les chimistes, tant qu'ils n'auront pas réussi à décupler ou à centupler la précision actuelle de leurs expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'amidure de sodium et des halogénures d'alcoyles sur le benzoyltriméthylène.* Note de MM. **A. Haller** et **Eug. Benoist.**

Le but de ces recherches était de s'assurer si le benzoyltriméthylène $C^6H^5CO.CH\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ | \\ CH^2\end{matrix}\right.$ se comporte, vis-à-vis de l'amidure de sodium et des iodures ou chlorures alcooliques, comme les cétones aliphatiques, les cétones aromatiques mixtes (acétophénone) et certaines cétones cycliques à noyau penta ou hexaméthyléniques.

La facilité relative avec laquelle le groupement triméthylénique se rompt nous a fait craindre, en effet, que, sous l'influence de l'amidure de sodium, il ne se change en une chaîne aliphatique.

Nos appréhensions ne se sont pas justifiées.

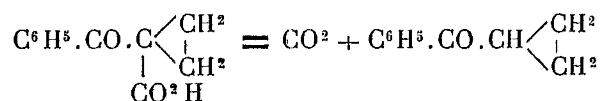
Benzoyltriméthylène. — 1° Préparé pour la première fois par M. W. Perkin junior [1], ce composé prend naissance en faisant agir du bromure d'éthylène sur l'éther benzoylacétique sodé : il se forme du benzoyltriméthylène carbonate d'éthyle qui distille entre 160° et 163° sous 20^{mm}.

Cet éther fournit une oxime fondant à 152° et qui n'avait pas encore été préparée. Abandonné au froid, pendant 24 heures, avec 2^{mol} de potasse en solution alcoolique, puis chauffé à l'ébullition pendant 1 heure, cet éther est saponifié et le sel de potasse sursaturé avec de l'acide sulfurique donne l'acide benzoyltriméthylène carbonique.

Purifié par des cristallisations dans l'éther, cet acide se présente sous la forme de beaux cristaux blancs fondant à 146°-147°.

Pour obtenir le benzoyltriméthylène, nous avons chauffé cet acide dans le vide, à une température de 150°, et le produit qui distille a été recueilli.

Une simple rectification fournit la cétone sous la forme d'un liquide bouillant à 121°-123° sous 15^{mm}



$$\underset{\displaystyle CO^2H}{C^6H^5.CO.C}\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ | \\ CH^2\end{matrix}\right. = CO^2 + C^6H^5.CO.CH\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ | \\ CH^2\end{matrix}\right.$$

(1) W.-H. Perkin junior, *Chem. Soc.*, t. XLVII, p. 840.

Son oxime préparée avec le sel de Crismer fond à 95°-96° (92°, Perkin).

2° Cette préparation est laborieuse et ne donne que des rendements médiocres.

Nous lui en avons substitué une autre, consistant à faire agir du chlorure de l'acide triméthylène carbonique sur la benzine, en présence du chlorure d'aluminium.

Pour obtenir ce dernier acide, nous avons suivi les indications de M. L. Henry (¹) : traitement du chlorobromure de triméthylène par du cyanure de potassium ; formation de chlorocyanure de triméthylène qui, chauffé avec de la potasse pulvérulente, est converti en nitrile de l'acide triméthylène carbonique $CH^2\langle\begin{smallmatrix}CHCN\\ |\\ CH^2\end{smallmatrix}$.

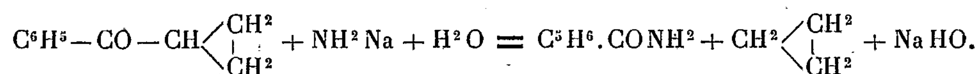
Après avoir essayé vainement de substituer un atome de sodium à un atome d'hydrogène de ce cyanure, en le soumettant à l'action de l'amidure alcalin, nous l'avons directement transformé en triméthylènecarbonate de potassium. Cette transformation s'est effectuée en chauffant, dans un ballon muni d'un appareil à reflux, le nitrile avec un excès de potasse aqueuse.

Isolé, l'acide distille à 181°-182° sous 760mm.

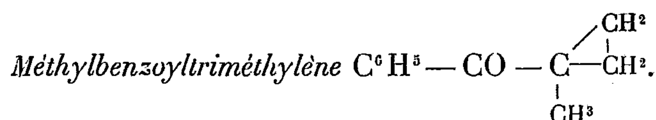
Son chlorure, obtenu quantitativement au moyen du chlorure de thionyle, a été condensé avec la benzine par l'intermédiaire du chlorure d'aluminium, et le benzoyltriméthylène recueilli possédait les mêmes propriétés que celui préparé par la méthode de Perkin.

100g de chlorobromure de triméthylène ont fourni 45g de la cétone pure. Chauffé avec de l'amidure de sodium pulvérisé et du benzène parfaitement sec, le benzoyltriméthylène se convertit en un dérivé sodé qui se prête facilement aux doubles décompositions.

Il n'en est pas de même quand le benzène est humide. Dans ce cas, il y a rupture de la molécule avec dégagement d'un gaz, qui est sans doute du triméthylène, et formation d'amide benzoïque



$$C^6H^5-CO-CH\langle\begin{smallmatrix}CH^2\\ |\\ CH^2\end{smallmatrix} + NH^2Na + H^2O = C^6H^5.CONH^2 + CH^2\langle\begin{smallmatrix}CH^2\\ |\\ CH^2\end{smallmatrix} + NaHO.$$



Méthylbenzoyltriméthylène $C^6H^5-CO-\underset{\substack{|\\ CH^3}}{C}\langle\begin{smallmatrix}CH^2\\ |\\ CH^2\end{smallmatrix}$.

Quand on traite à chaud une solution de benzoyltriméthylène dans du benzène sec

(¹) L. Henry, *Académie royale de Belgique*, 3e série, t. XXXVI, p. 34 ; t. XXXVII, p. 17 ; *Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas*, t. XVIII, p. 228.

par de l'amidure de sodium, finement pulvérisé, il se dégage de l'ammoniaque et il se forme du benzoyltriméthylène sodé qui entre en dissolution. Lorsque tout l'amidure a disparu, on introduit l'iodure de méthyle et l'on continue à chauffer. De l'iodure de sodium se dépose et, quand le dépôt n'augmente plus, on lave convenablement la solution benzénique, on sèche et l'on rectifie le liquide.

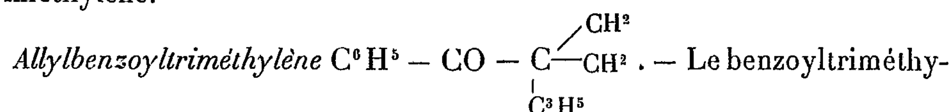
Après élimination de la benzine on obtient un liquide, passant de 124° à 128° sous 18^mm, et qui contient encore un peu de benzoyltriméthylène. Pour transformer les dernières portions en dérivé méthylé on traite tout le liquide par un peu d'amidure de sodium (le $\frac{1}{10}$ de la quantité primitive) et de l'iodure de méthyle. La réaction terminée on achève le traitement comme il a été dit plus haut.

Le méthylbenzoyltriméthylène est un liquide bouillant à 127°-128° sous 18^mm et qui, traité par le sel de Crismer, fournit une *oxime* fondant à 115° en se décomposant.

La *paranitrophénylhydrazone* fond à 112° et se présente sous la forme de feuillets orangés solubles dans l'alcool.

Nous avons préparé ce dernier dérivé dans le but de nous assurer si ses propriétés coïncident avec une hydrazone de même composition, obtenue par MM. Blaise et Herman (¹), au moyen d'une cétone dérivant par déshydratation de la β-oxypseudobutylphénylcétone, et à laquelle ces savants avaient attribué provisoirement la constitution de notre benzoylméthyltriméthylène. Il s'est trouvé que les deux corps ne sont pas identiques, la *p*-nitrophénylhydrazone de MM. Blaise et Herman fondant à 175°.

Chauffé au sein de la benzine avec de l'amidure de sodium, le benzoylméthylène se dédouble en benzamide et un gaz qui est sans doute du méthyltriméthylène.


Allylbenzoyltriméthylène $C^6H^5 - CO - C(C^3H^5){<}\begin{smallmatrix}CH^2\\CH^2\end{smallmatrix}$. — Le benzoyltriméthylène sodé, traité, dans les mêmes conditions que ci-dessus, par de l'iodure d'allyle, a fourni de l'allylbenzoyltriméthylène.

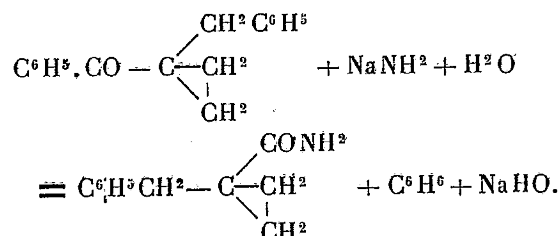
Liquide bouillant à 136°-137° sous 16^mm.

Quand on essaie de dédoubler une solution d'allylbenzoyltriméthylène dans le benzène au moyen de l'amidure de sodium, on ne réussit pas et, au bout de plusieurs heures de chauffe, on recouvre intégralement la cétone non altérée.

(¹) BLAISE et HERMAN, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XXIII, 1911, p, 522.

Benzylbenzoyltriméthylène $C^6H^5 - CO - C \begin{cases} CH^2 - C^6H^5 \\ CH^2 \\ CH^2 \end{cases}$. — En faisant réagir du chlorure de benzyle sur le dérivé sodé du benzoyltriméthylène, on obtient très facilement le dérivé de substitution benzylé qui distille à 203°-204° sous 20^{mm}. Ce corps se prend en masse par le refroidissement et fournit, par cristallisation au sein de l'éther de pétrole, de magnifiques tables fondant à 33°,5. Il ne donne pas d'oxime quand on le traite par le réactif de Crismer.

Chauffé avec de l'amidure de sodium, au sein du benzène légèrement humide, le benzylbenzoyltriméthylène se scinde nettement en benzine et amide de l'acide benzyltriméthylène carbonique.



$$C^6H^5.CO - C \begin{cases} CH^2C^6H^5 \\ CH^2 \\ CH^2 \end{cases} + NaNH^2 + H^2O = C^6H^5CH^2 - C \begin{cases} CONH^2 \\ CH^2 \\ CH^2 \end{cases} + C^6H^6 + NaHO.$$

Cette amide fond à 84° et fournit de l'acide benzyltriméthylène carbonique quand on la fait bouillir avec une solution alcoolique de potasse.

L'acide se présente sous la forme de petits cristaux ayant l'apparence de cubes et qui fondent nettement à 103°.

Il est soluble dans l'alcool, l'éther, presque insoluble dans l'éther de pétrole.

Oxydation du benzylbenzoyltriméthylène. — Oxydé au moyen de l'acide chromique en solution acétique, le benzylbenzoyltriméthylène donne un corps cristallisé en petits cubes et fondant à 87°-88°.

L'analyse de ce dérivé conduit à la formule $C^{17}H^{14}O^2$, formule qui correspond à celle d'un dibenzoyltriméthylène. Toutefois des essais tentés pour reproduire ce corps synthétiquement, au moyen du benzoyltriméthylène sodé et du chlorure de benzoyle, n'ont pas donné de résultat.

Les corps qui ont fait l'objet de l'étude qui précède ont en outre été examinés au point de vue de leur pouvoir réfringent.

Dans ces essais, nous nous sommes bornés aux composés liquides renfermant le groupement triméthylénique, à savoir : le benzoyltriméthylène, le méthylbenzoyltriméthylène, le benzylbenzoyltriméthylène (en surfusion) et l'éther benzoyltriméthylène carbonique.

Les mesures ont été faites à 25° et les réfractions ont été prises pour les raies α, β et γ de l'hydrogène et pour la raie D du sodium.

Les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

	Indices de réfraction à 25°.				Réfraction moléculaire trouvée.				Réfraction moléculaire calculée.			
d_4^{25}.	α.	D.	β.	γ.	α.	D.	β.	γ.	α.	D.	β.	γ.
Benzoyltriméthylène.												
1,0453	1,53798	1,54335	1,55701	1,56992	43,68	44,04	44,97	45,82	42,30	42,60	43,25	43,83
Méthylbenzoyltriméthylène.												
1,0338	1,53650	1,54171	»	»	48,30	48,69	»	»	46,90	47,21	»	»
Benzylbenzoyltriméthylène.												
1,0795	1,57229	1,57782	1,59231	1,60469	72,17	72,73	74,21	75,47	70	71,30	72,47	73,50
Éther benzoyltriméthylène carbonique.												
1,1355	1,52899	1,53525	1,54862	1,55674	59,20	59,79	61,03	61,78	57,74	58,10	58,92	59,64

On sait que l'incrément correspondant au groupe triméthylénique est d'environ 0,7 pour la raie D, l'incrément pour la même raie pour la liaison éthylénique étant de 1,7. En tenant compte du noyau triméthylénique dans le calcul de la réfraction moléculaire, nous trouverons les nombres suivants pour la raie D :

	Réfraction moléculaire		Différence
	trouvée.	calculée.	Δ_D.
Benzoyltriméthylène..................	44,04	43,30	+0,74
Méthylbenzoyltriméthylène............	48,69	47,97	+0,72
Benzylbenzoyltriméthylène............	72,73	72,00	+0,73
Éther benzoyltriméthylène carbonique..	59,79	58,80	+0,99

Tous les composés que nous avons étudiés montrent donc une exaltation de 0,7 à 1 unité. Nous pouvons en conclure que le noyau triméthylénique joue absolument le même rôle qu'une liaison éthylénique lorsqu'il est conjugué avec l'une de ces dernières. Dans les trois premiers exemples, le noyau triméthylénique est conjugué avec la double liaison d'un atome d'oxygène cétonique et l'exaltation est de 0,7 unité ; dans l'éther benzoyltriméthylène carbonique, nous avons même un système conjugué double, le noyau triméthylénique étant conjugué avec un atome d'oxygène cétonique et avec un groupe carboxylé. L'exaltation est aussi plus forte et atteint 1 unité.

Ces expériences semblent donc apporter un appui à la théorie des systèmes conjugués de M. Brühl.

Elles ont été effectuées avec beaucoup de soin par Mme Ramart-Lucas à laquelle nous adressons nos meilleurs remercîments.

OCÉANOGRAPHIE. — *Carte bathymétrique des Océans.*
Note de **S. A. S. le Prince de Monaco.**

La deuxième édition de la Carte bathymétrique a été décidée à la suite de nombreux renseignements nouveaux recueillis et qui étaient de nature à modifier sensiblement certaines courbes de niveau. Il y avait lieu également de porter remède à plusieurs imperfections de détail signalées dans la première édition.

En vue d'établir cet important travail sur des bases solides, j'ai réuni à Monaco, sous ma Présidence, le 1er avril 1910, une deuxième Commission composée de MM. Krümmel, de Margerie, Mill, Pettersson, Schott, Supan, Thoulet. (Sir John Murray et M. Fridtjof Nansen, empêchés, s'étaient excusés.)

Les principales décisions prises furent les suivantes :

Modification de quelques teintes de la Carte, addition de l'hypsométrie sur les continents, addition de fleuves importants et de noms géographiques, addition de légendes détaillées en marge indiquant les autorités consultées, suppression des indications lithologiques du fond qui n'ont de raison d'être que sur les Cartes à grande échelle, conventions diverses pour les sondes isolées, enfin nomination d'une Sous-Commission chargée d'établir une terminologie française correspondant aux terminologies anglaise et allemande en usage. Cette Sous-Commission, qui a maintenant terminé ses travaux, était composée de MM. de Margerie, Emm. de Martone, J. Renaud et J. Thoulet.

La feuille A.1 présentée aujourd'hui est la première d'une série de 24 qui vont paraître successivement, de sorte que tout le travail sera achevé en 18 mois à peu près.

L'établissement de l'hypsométrie a exigé un travail considérable, car il a fallu réunir une grande quantité de documents provenant des travaux les plus modernes, et les ramener à la même échelle après avoir déterminé les courbes d'altitude suivant le principe adopté pour les courbes de profondeur. Plusieurs membres de la Commission, entre autres MM. de Margerie,

Schott, Supan et Thoulet ont bien voulu apporter leur concours dans le travail de correction de ces Cartes dont l'établissement est confié à M. Tollemer et à plusieurs dessinateurs, sous la direction de M. le lieutenant de vaisseau Bourée. En outre des feuilles en couleurs, il est tiré un certain nombre de feuilles en noir pour servir de Cartes de travail à ceux qui désirent y tracer des indications.

Pour compléter ce grand travail, mon Cabinet scientifique publie tous les deux ans un répertoire des sondages nouveaux qui m'ont été communiqués par les diverses marines, les explorateurs, etc.

Cette publication, très importante, contient tous les renseignements désirables pour des travaux de détail, lorsque l'examen des courbes de niveau et des sondes portées sur les cartes ne constitue pas une information suffisante. La deuxième brochure donne aussi les autorités consultées pour l'hypsométrie, et la nouvelle terminologie adoptée.

MICROBIOLOGIE. — *Sur quelques essais de désintoxication intestinale.* Note de MM. **El. Metchnikoff** et **Eug. Wollman**.

Parmi les poisons de notre flore intestinale, les corps de la série aromatique méritent une attention toute particulière. Incapables de provoquer la formation d'antitoxines dans l'organisme, ils subissent surtout une transformation en combinaisons sulfoconjuguées; celles-ci, bien que moins toxiques que les phénols et l'indol mêmes, restent néanmoins capables d'amener un empoisonnement aigu et mortel des mammifères de laboratoire (tels que lapins, cobayes, rats et souris). Nous avons pu vérifier ce résultat, obtenu d'abord avec le phénylsulfate de potassium, par rapport au paracrésylsulfate de potassium.

Mais le rôle le plus important de ces poisons de la flore intestinale est leur pouvoir d'engendrer des lésions chroniques des organes les plus nobles de l'organisme. L'un de nous a démontré, il y aura bientôt deux ans, que l'ingestion de petites doses de paracrésol, en continuant leurs effets pendant des mois, provoque chez les animaux d'expériences l'athérome aortique, la cirrhose du foie et la néphrite interstitielle chronique. Deux travailleurs de notre laboratoire, le regretté japonais Okoubo et surtout M. Dratchinsky, ont établi que l'indol administré en petites doses par la bouche aux lapins, cobayes et macaques, produit chez eux des lésions organiques très prononcées. Ce qui est particulièrement remarquable, c'est l'analogie de ces

lésions avec celles qu'on observe dans la vieillesse. L'envahissement des éléments nobles par les cellules lymphatiques se rencontre dans les deux cas. Le système vasculaire, les reins, le foie et le cerveau sont le siège de ces lésions chroniques.

D'après l'ensemble de faits bien établis par ces travaux, on ne peut plus douter que la sénilité soit en grande partie causée par les poisons de la flore intestinale, notamment par les corps de la série aromatique, indol et phénols. Devant ce fait, la question se pose d'une façon toute naturelle : par quel moyen pourrait-on éviter la formation de ces poisons dans nos intestins ?

Autrefois, en clinique, on attachait une certaine importance à la recherche, chez les malades, de l'indigo ou indoxyle urinaire, ce dérivé de l'indol. Dans ces derniers temps, on a négligé à tort ces recherches sous l'influence de l'affirmation que l'indol est une substance inoffensive. Il s'est rassemblé tout de même dans la littérature une quantité de données intéressantes sur l'indoxyle urinaire. On est arrivé à la conclusion générale que la nourriture animale augmente la quantité de cette substance, tandis que la nourriture végétale ou lactovégétarienne la diminue d'une façon considérable. Mais on a établi d'un autre côté que ce sont les animaux végétariens, notamment le cheval, qui produisent la plus grande quantité d'indoxyle. Parmi les hommes, il y a des sujets depuis plusieurs années soumis au régime rigoureusement végétalien (avec exclusion non seulement de la viande, mais aussi des œufs et même du lait) qui, cependant, excrètent beaucoup de ce poison microbien. Par contre, parmi les personnes qui suivent un régime mixte dans lequel la viande et les œufs entrent en forte proportion, il s'en trouve qui ne produisent que des traces d'indoxyle et des quantités très faibles de phénols.

Des faits de cette nature compliquent beaucoup le problème du déterminisme de la sécrétion des poisons intestinaux. Dans le but de l'éclaircir, nous avons dû recourir à l'expérimentation sur des rats blancs, étant donné que ces animaux se prêtent le mieux aux changements de régimes et à l'alimentation prolongée avec toutes sortes de nourriture. Ils présentent en plus ce grand avantage qu'ils se contentent pendant des semaines et des mois d'une seule et même substance alimentaire, tirée soit du régime végétal, soit du régime animal.

Ce sont, en général, les aliments de nature animale qui fournissent le plus de poisons aromatiques. Les quantités maxima en sont données par la viande et les œufs entiers, le blanc d'œuf en particulier. Le fromage

blanc en donne beaucoup moins, même moins que certains aliments végétaux. Parmi ceux-ci, la première place est occupée par les bananes et les pommes de terre. Même certains aliments végétaux, riches en substances albuminoïdes, tels que la purée de pois et le pain blanc, fournissent beaucoup moins d'indol et de phénols. Les quantités minima de ces substances sont données par les végétaux riches en sucre, tels que betteraves, carottes et dattes. Étant donné d'un côté que les poisons de la série aromatique proviennent de la putréfaction des albuminoïdes et, de l'autre, que celle-ci est empêchée par des acides formés aux dépens des sucres, il était tout naturel de chercher à éliminer la production de l'indol et des phénols en associant aux aliments qui fournissent beaucoup de ces poisons, d'autres aliments riches en matières sucrées. En effet, l'urine des rats nourris avec un mélange de pommes de terre et de dattes est très pauvre en indoxyle.

Il résulte de l'organisation et du fonctionnement de notre tube digestif que les matières albuminoïdes qui donnent lieu à la production des poisons intestinaux se résorbent beaucoup moins facilement que les sucres. Tandis que les premières passent dans la région la plus éloignée des intestins, les matières sucrées sont résorbées déjà dans l'estomac et l'intestin grêle. Il y aurait donc un grand avantage à créer une source de sucre dans le gros intestin, ce foyer de putréfaction intestinale et principal terrain de la lutte entre les bons et les mauvais microbes intestinaux. Dans l'impossibilité de faire parvenir des quantités suffisantes de sucre jusque dans le cæcum et le côlon au moyen des aliments riches en ces substances, nous avons eu l'idée de provoquer leur formation par des microbes aux dépens des substances amidonnées qui se résorbent beaucoup plus difficilement que les sucres et qui, partant, passent sans difficulté dans le gros intestin. La flore intestinale de l'homme et des animaux renferme bien quelques bactéries amylolytiques, capables de transformer l'amidon en sucres, mais la plupart d'entre elles attaquent en même temps les albuminoïdes. De ce fait, l'ingestion de ces microbes, au lieu de diminuer la quantité de poisons de la série aromatique, n'aboutit qu'à les augmenter. Ce n'est qu'avec un microbe amylolytique du contenu intestinal du chien, microbe qui laisse les vrais albuminoïdes inattaquées, que nous avons obtenu de meilleurs résultats. Ingéré en même temps que les pommes de terre cuites, ce microbe a notablement diminué la quantité d'indoxyle et de phénols urinaires, et ceci non seulement chez le rat, mais aussi chez l'homme. Administré avec d'autres aliments riches en féculents, le même microbe glycogénique n'a pas donné de résultats appréciables.

Après avoir essayé chez les rats plusieurs combinaisons alimentaires, nous avons trouvé un régime mixte ne fournissant que très peu ou pas du tout de poisons urinaires de la série aromatique. Ce régime est composé : 1° de jambon et de pommes de terre qui, ainsi que nous l'avons dit, donnent lieu à une forte production de ces poisons, et 2° de betteraves et de dattes qui agissent dans le sens contraire en leur qualité de fournisseurs de sucres. Pour utiliser les pommes de terre dans le même sens, nous avons ajouté à la nourriture des cultures du microbe amylolytique mentionné. Comme ce ne sont pas les sucres mêmes, mais les acides produits à leurs dépens qui empêchent la putréfaction intestinale, nous avons ajouté à la nourriture de nos rats des cultures pures de bacille bulgare, qui donne le plus fort rendement en acide lactique. Ainsi que nous l'avons dit, ce régime a amené la suppression des poisons urinaires de la série aromatique.

Ce n'est pas seulement chez les rats, mais aussi chez les hommes que nous sommes arrivés au même résultat. Avec un régime mixte, dans lequel entre une petite quantité de viande : environ 120^{g}, répartis entre les deux repas, 500^{g} à 600^{g} de lait caillé, aigri au coccobacille paralactique, le reste de la nourriture étant fourni par les légumes, fruits et farineux, le tout additionné de cultures de bacilles lactiques, nous avons réduit la production de l'indoxyle et des phénols à un minimum que nous n'avions jamais pu obtenir avec des régimes différents. Nous avons pu, en essayant de modifier la flore intestinale, lui enlever une grande partie de son action nuisible sur les éléments nobles de notre organisme, action que nous avons mentionnée au début de notre Communication.

Il va sans dire que ces résultats ne sont que les premiers pas dans la poursuite de notre but, qui consiste à transformer la flore intestinale sauvage et nuisible en une flore cultivée et inoffensive.

Les analyses quantitatives des poisons urinaires ont été faites par M. Al. Berthelot, chimiste de notre laboratoire.

M. **Pierre Termier** présente, en son nom et au nom de M. **Albert Heim**, Correspondant de l'Académie, président de la Commission de la Carte géologique de la Suisse, un exemplaire de la Carte spéciale n° 64 récemment publiée par cette Commission (*Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse*, nouv. série, Liv. XXVII, Pl. I, II, III et IV). L'auteur de cette carte, et des trois planches de coupes qui l'accompagnent, est M. **Émile Argand**, professeur à l'Université de Neuchâtel.

La Carte représente *les Nappes de recouvrement des Alpes occidentales*, à l'échelle de $\frac{1}{500\,000}$, depuis le Splügen, à l'Est, jusqu'au Rhône français, à l'Ouest, et jusqu'aux Alpes-Maritimes et à la naissance de l'Apennin ligure. Les coupes sont des profils verticaux et des *stéréogrammes*, à travers les Alpes Pennines d'abord, puis à travers les Alpes franco-italiennes. La structure des Alpes Pennines fait, depuis près de 10 ans, l'objet principal des travaux de M. Argand, et tous les géologues ont admiré sa magnifique Carte du massif de la Dent-Blanche et lu le Mémoire qu'il a consacré aux nappes de recouvrement des Alpes Pennines et à leurs prolongements structuraux. La nouvelle Carte est l'extension de cette œuvre synthétique à toutes les Alpes occidentales. On y retrouve, naturellement, bien des faits déjà connus, et M. Argand n'a pas eu la prétention de nous expliquer la partie franco-italienne de la chaîne. Mais il était du plus haut intérêt de montrer la liaison graduelle des phénomènes, de suivre pas à pas les plis et les nappes, non seulement dans le sens de leur cheminement, transversal à la chaîne, mais, ce qui est autrement difficile, dans le sens longitudinal, malgré la complication introduite par les ondulations et les *ennoyages*. M. Argand n'a pas craint d'aborder cette tâche gigantesque ; et sa Carte et ses coupes, merveilleusement dessinées, clairement conçues, débarrassées de tout détail inutile, nous font pénétrer sans effort dans les masses profondes des terrains plissés et charriés. Nul n'a vu, aussi bien que lui, et nul n'a su dessiner d'une façon aussi précise, la *sortie axiale oblique* des plis couchés. La Géométrie est son guide permanent ; c'est elle qui le conduit d'un profil transversal au suivant, et qui lui permet de descendre dans la profondeur sans que la part laissée à l'hypothèse et à l'imagination soit excessive. Chacune de ces quatre planches est une belle page de l'histoire géologique des Alpes ; chacune, aussi, est un témoignage en faveur des idées et des méthodes de l'école française, et comme un monument nouveau à la gloire de notre Marcel Bertrand.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour la Chaire de *Filature et Tissage* du Conservatoire des Arts et Métiers, vacante par le décès de M. *Imbs*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 57,

M. Dantzer réunit l'unanimité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 50,

M. Catteau obtient.	49 suffrages
M. Schribaux obtient	1 suffrage

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne.	M. **Dantzer**
En seconde ligne.	M. **Catteau**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour la Chaire d'*Agriculture* du Conservatoire des Arts et Métiers, vacante par le décès de M. *Grandeau*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 57,

M. Blaringhem obtient.	35 suffrages
M. Schribaux »	22 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 45,

M. Schribaux obtient.	38 suffrages
M. Blaringhem »	2 »
M. Dumont »	1 suffrage

Il y a 4 bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne	M. **Blaringhem**
En seconde ligne.	M. **Schribaux**

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce le décès de M. *Charles André*, Correspondant de l'Académie pour la Section d'Astronomie, Directeur-Fondateur de l'Observatoire de Lyon, survenu le 6 juin.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Duc d'Orléans. *Campagne antarctique de 1907 : Bryozoaires*, par O. Nordgaard, et *Cœlentérées du fond*, par Hjalmar Broch. (Présenté par le Prince Roland Bonaparte.)

MM. **E. Fichot** et **Georges Rouy** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation d'Imschenetsky*. Note de M. **J. Clairin**, présentée par M. Appell.

La transformation de Laplace joue un rôle essentiel dans la théorie des équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes ; cette transformation est la plus simple des transformations de Bäcklund de première espèce, ou transformations (B_1) [1]. Il est naturel de rechercher si, en dehors des équations linéaires, il existe des équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes dont l'on puisse déduire à l'aide de transformations (B_1) deux suites d'équations analogues, sans que l'on se trouve arrêté, à moins que l'on n'arrive à une équation intégrable par la méthode de Monge : la solution générale de ce problème semble difficile; j'ai seulement traité la question dans le cas simple où les transformations employées ne modifient pas les variables indépendantes.

---

(1) Pour la théorie générale des transformations de Bäcklund, voir ma Thèse (*Annales de l'École Normale*, 3e série, t. XIX, Supp. ; 1902).

Je me servirai, dans ce qui suit, des notations de Monge.

D'après la théorie générale des transformations de Bäcklund, les équations cherchées ne peuvent être que des équations de Monge-Ampère et même, d'une manière plus précise, des équations linéaires par rapport à r, s, t : écrivons une telle équation

$$r + (m + \mu)s + m\mu t + M = 0,$$

en désignant par m, μ, M des fonctions de x, y, z, p, q. Un raisonnement trop long pour être reproduit ici montre que les fonctions m, μ doivent dépendre de x et y seulement ; il est donc toujours possible d'effectuer un changement de variables indépendantes tel que l'équation considérée prenne la forme simple

$$(1) \qquad s + f(x, y, z, p, q) = 0,$$

on est ramené à résoudre pour des équations de ce type le problème que nous avons énoncé.

La transformation indiquée par Imschenetsky en 1868 (¹) est la seule transformation (B_1) conservant les variables indépendantes qui soit applicable à une équation telle que (1). La fonction $f(x, y, z, p, q)$ doit être bilinéaire en p et q, un calcul facile permet d'achever la solution. On trouve, avec les équations linéaires, les équations de Moutard,

$$(2) \qquad s + \frac{d}{dx}(ke^{z}) - \frac{d}{dy}(e^{-z}) + k - h = 0,$$

en appelant h, k deux fonctions de x, y, et les équations

$$(3) \qquad s_{-1} - p_{-1}z_{-1} = 0, \qquad s + e^{z} = 0, \qquad s_1 - q_1 z_1 = 0.$$

La manière même dont l'équation (2) dérive de l'équation linéaire qui admet h et k comme invariants (²) montre que des transformations d'Imschenetsky permettent de déduire de (2) deux équations de même forme. L'une de ces transformations est définie par les équations

$$q_1 + \left(2k - h - \frac{\partial^2 \log k}{\partial x\, \partial y}\right)e^{z_1} = ke^{z},$$

$$\frac{d}{dx}(ke^{z}) - \frac{d}{dy}(e^{-z_1}) + k - h - \frac{\partial^2 \log k}{\partial x\, \partial y} = 0;$$

(¹) Goursat, *Leçons sur les équations aux dérivées partielles du second ordre*, t. II, p. 264.

(²) *Ibid.*, p. 249.

en éliminant z, il vient l'équation

$$s_1 + \frac{d}{dx}\left[\left(2k - h - \frac{\partial^2 \log k}{\partial x\, \partial y}\right) e^{z_1}\right] - \frac{d}{dy}(e^{-z_1}) + k - h - \frac{\partial^2 \log k}{\partial x\, \partial y} = 0,$$

analogue à (2).

Les intégrales des équations (3) sont liées par les relations

$$z_{-1} = q, \qquad p_{-1} + e^{z} = 0,$$
$$z_1 = p, \qquad q_1 + e^{z} = 0.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des développements asymptotiques divergents qui représentent les intégrales de certaines équations différentielles*. Note de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Painlevé.

Soit l'équation du premier ordre, considérée par M. Bendixson et M. Picard dans le cas où les coefficients et les variables sont réels [1] :

$$(1) \qquad x^n \frac{dy}{dx} - y = ax + f(x, y),$$

où n désigne un entier plus grand que 1, α une constante, et $f(x, y)$ une fonction holomorphe pour les valeurs $x = y = 0$, et dont le développement au voisinage de ce système de valeurs ne renferme ni terme constant, ni termes du premier degré. Considérons dans le plan de la variable x, autour du point $x = 0$, les $(n-1)$ angles où $R(x^{n-1})$ est positif : les suites de fonctions considérées par M. Bendixson sur l'axe réel sont holomorphes et uniformément convergentes dans tout secteur circulaire de sommet $x = 0$, intérieur à l'un des angles précédents et de rayon suffisamment petit; ces suites de fonctions définissent des intégrales de l'équation (1), holomorphes dans le secteur considéré, et dépendant d'une constante arbitraire. En outre, quand x tend vers l'origine dans ce secteur, ces intégrales tendent uniformément vers zéro, et admettent le développement asymptotique mis en évidence par M. Picard sur l'axe réel; c'est le développement unique $y = -\alpha x + \ldots$, qui vérifie formellement l'équation (1), et qui peut être, soit convergent comme dans le cas où y est un facteur dans le second membre de l'équation (1), soit divergent comme dans des exemples clas-

(1) Bendixson, *Acta mathematica*, t. XXIV; Picard, *Traité d'Analyse*, 2e édition, t. III, p. 257-267.

siques [1]. Au contraire, dans chacun des angles où $R(x^{n-1})$ est négatif, les calculs de M. Bendixson donnent une seule intégrale holomorphe et tendant vers zéro, et le développement asymptotique précédent représente encore cette intégale; quand il est convergent, l'intégrale obtenue est l'intégrale holomorphe à l'origine.

M. Bendixson a fait observer qu'on peut obtenir les résultats classiques relatifs à l'équation

$$(2) \qquad x\frac{dy}{dx} = ay + \alpha + f(x,y) \qquad (a \neq 0),$$

en appliquant la méthode des approximations successives [2] à cette équation suivant le même procédé qu'à l'équation (1). Mais il est à remarquer que tout développement ordonné suivant les puissances entières et positives de x et vérifiant l'équation (2) est convergent, et que par suite les intégrales non holomorphes à l'origine ne peuvent admettre sur aucun chemin tendant vers l'origine de développement asymptotique divergent.

Les résultats précédents s'étendent aux équations d'ordre supérieur. Considérons l'équation du second ordre

$$(3) \qquad x^{m+n}\frac{d^2y}{dx^2} - ax^m\frac{dy}{dx} + y = \alpha x + f\left(x, y, x^k\frac{dy}{dx}\right),$$

où m et n désignent deux entiers positifs, k le plus petit de ces deux entiers, a, α deux constantes, et $f\left(x, y, x^k\frac{dy}{dx}\right)$ une fonction holomorphe des trois variables $x, y, x^k\frac{dy}{dx}$ pour les valeurs $x = y = x^k\frac{dy}{dx} = 0$, et dont le développement au voisinage de ce système de valeurs ne renferme ni terme constant, ni termes du premier degré.

Si l'on a $n > m > 1$, on peut amener au premier membre de l'équation (3) une équation linéaire qui a deux intégrales particulières de la forme $e^{\frac{r_1}{x^{m-1}}}$, $e^{\frac{r_2}{x^{n-1}}}$, sans que le second membre cesse de satisfaire aux conditions énoncées. On peut alors appliquer à l'équation obtenue la méthode des approximations successives comme M. Bendixson l'a appliquée

---

[1] Borel, *Leçons sur les séries divergentes*, p. 116.

[2] Le procédé est analogue à celui que M. Goursat applique à la même équation (2) (*Cours d'Analyse*, 2e édition, t. II, p. 504). De même, M. Cotton a appliqué une méthode analogue à l'étude sur l'axe réel des intégrales de certains systèmes différentiels auxquels peuvent se ramener les équations telles que l'équation (3) (*Annales de l'École Normale*, 1911, p. 473).

à l'équation (1); les équations différentielles successives s'intègrent simplement au moyen de la méthode de la variation des constantes. Autour du point $x = 0$, et suffisamment près de ce point, dans chacun des angles où $R\left(\frac{r_1}{x^{m-1}}\right)$ et $R\left(\frac{r_2}{x^{n-1}}\right)$ sont négatifs, on obtient des intégrales de l'équation (3) holomorphes, tendent vers zéro et dépendant de deux constantes; dans chacun des angles où ces deux parties réelles sont de signes contraires, on obtient des intégrales dépendant d'une seule constante; enfin dans chacun des angles où ces deux parties réelles sont positives, on obtient une seule intégrale. Toutes ces intégrales admettent dans l'angle correspondant le développement asymptotique unique qui vérifie l'équation (3), et qui peut être convergent ou divergent.

Si l'on a $m > n > 1$, ou $n = 1$, $m > 1$, on peut écrire l'équation (3) sous la forme

$$x^{2p}\frac{d^2y}{dx^2} - ax^p\frac{dy}{dx} + y = \alpha x + f\left(x, y, x^p\frac{dy}{dx}\right) \qquad (p > 1),$$

et supposer que le coefficient p est entier; s'il ne l'est pas, il le devient par la transformation (x, x^2). On peut former au premier membre une équation linéaire qui admet deux autres intégrales de la forme $e^{\frac{r_1}{x^{p-1}}}$, $e^{\frac{r_2}{x^{p-1}}}$, ou en particulier $e^{\frac{r}{x^{p-1}}}$, $e^{\frac{r}{x^{p-1}}}\frac{1}{x^{p-1}}$. Dans le premier cas, les conclusions sont les mêmes que précédemment. Dans le second cas, on obtient, dans les angles où $R\left(\frac{r}{x^{p-1}}\right)$ est négatif, des intégrales dépendant d'une constante, et dans les autres une seule intégrale.

Si dans l'équation (3) l'on a $m = 1$, $n > 1$, on peut former au premier membre une équation linéaire qui admet deux intégrales de la forme $x^{\frac{1}{a}}$, $e^{\frac{r}{n-1}}$. Dans les angles où $R\left(\frac{n}{x^{n-1}}\right)$ est négatif, on obtient des intégrales dépendant de deux constantes si $R|a| > 0$, d'une constante si $R|a| < 0$; dans les angles où $R\left(\frac{x^{n-1}}{r}\right)$ est positif, on obtient des intégrales dépendant d'une constante si $R|a| > 0$ et une seule intégrale si $R|a| < 0$. D'ailleurs, dans ce cas, l'équation (3) est vérifiée par un développement asymptotique unique qui représente toutes les intégrales précédentes, et qui peut être convergent ou divergent : à moins que a ne soit l'inverse d'un nombre entier positif.

Soit enfin l'équation

$$(4) \qquad x^2\frac{d^2y}{dx^2} - ax\frac{dy}{dx} + by = \alpha x + f\left(x, y, x\frac{dy}{dx}\right) \qquad (b \neq 0).$$

L'équation linéaire du premier membre admet deux intégrales de la forme x^{r_1}, x^{r_2}, ou en particulier x^r, $x^r \log x$. On obtient des intégrales dépendant de deux constantes dans les domaines où x^{r_1} et x^{r_2}, ou x^r, tendent vers zéro; des intégrales dépendant d'une constante dans les domaines où x^{r_1} tend vers zéro et x^{r_2} vers l'infini; et une seule intégrale dans les domaines où x^{r_1} et x^{r_2}, ou x^r, tendent vers l'infini. D'ailleurs, tout développement ordonné suivant les puissances entières et positives de x qui vérifie l'équation (4) est convergent et les intégrales non holomorphes à l'origine ne peuvent y admettre de développement asymptotique divergent.

La considération des développements asymptotiques divergents que nous obtenons peut être utile dans la théorie des fonctions analytiques; j'ai donné un exemple de ce fait dans une Communication précédente [1], j'en donnerai prochainement de nouveaux exemples.

PHYSIQUE. — *Poids du litre normal d'air atmosphérique à Genève.* Note de MM. **Ph. A. Guye, J. Kovacs, E. Wourtzel.**

1. Nous avons montré récemment [2] que la densité de l'air de Genève est soumise à de faibles variations qui paraissent en rapport avec les chutes d'air des hautes régions de l'atmosphère. Il nous reste à comparer les résultats de nos expériences avec ceux de Lord Rayleigh et de M. Leduc, les seuls qui soient exempts de causes d'erreurs connues actuellement. Voici les valeurs obtenues pour le poids du litre normal d'air sec et privé de CO^2:

Londres, 1892.........	Rayleigh	7 observations	L = 1,2928 g
Paris, 1891-1892.......	Leduc	2 séries	L = 1,2927
Genève, 1910..........	G.,K.,W.	30 observations	L = 1,2930

(1) *Comptes rendus*, p. 756.

(2) Guye, Kovacs, Wourtzel, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1424. Il convient de signaler ici les rectifications suivantes: page 1424, 1re ligne du texte, lire 1888 au lieu de 1893; page 1425, Tableau I, pour la moyenne du 11 février, lire 1,2928 au lieu de 1,2923 et, pour les observations du 16 février, lire 1,2926 au lieu de 1,2826.

Notre moyenne est donc de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de milligramme plus élevée que celles trouvées à Londres et à Paris. Nous sommes ainsi conduits à admettre que *la densité moyenne de l'air varie d'un lieu à l'autre, bien que dans des limites peu étendues.*

Cette conclusion pouvait déjà presque se déduire des faibles variations journalières que nous avons signalées dans une Note précédente. Elle est confirmée par d'autres observations que nous présentons ici.

2. A la date du 19 mai 1910, et grâce au concours de plusieurs personnes travaillant dans notre laboratoire, de l'air a été recueilli simultanément et de la même manière : à Genève (à l'altitude de 400^m environ), au mont Salève (Haute-Savoie, à $6^{km},5$ au sud de Genève, à l'altitude de 1280^m), aux Rochers de Naye (sur Montreux, à 70^{km} au nord-est de Genève, à l'altitude de 2045^m). M. Watson en a déterminé la teneur en oxygène par une méthode très exacte ; il a obtenu les résultats suivants (*Journ. chem. Soc.*, t. 99, 1911, p. 1460) :

Lieux.	Volumes d'oxygène dans 100^{vol} d'air.			Moyennes.
Genève (400^m)............	21,02	21,04	21,03	21,03
Mont Salève (1280^m).......	20,95	20,93	»	20,94
Rochers de Naye (2045^m)...	21,02	21,04	»	21,03

Ces analyses, qui concordent, pour le même échantillon analysé deux ou trois fois de suite, à $0^g,02$ près, ne présentent aucune corrélation avec l'altitude, comme on pouvait le supposer à première vue; cette question fera d'ailleurs l'objet d'une prochaine étude. Par contre, elles démontrent très nettement que, *le même jour*, *la composition de l'air n'est pas la même en des lieux différents*, *même assez rapprochés*. La différence de $0^g,09$ entre les teneurs en oxygène de l'air de Genève et de l'air du mont Salève correspond déjà, toutes choses égales d'ailleurs, à une différence de $0^g,0001$ sur le poids du litre normal.

3. A titre de contrôle, la densité de l'air du mont Salève a été déterminée sur deux des échantillons recueillis le 19 mai, à 10^h du matin et à 2^h de l'après-midi. On a obtenu comme poids du litre normal déterminé et calculé comme précédemment, les résultats suivants :

TABLEAU I. — *Poids du litre normal d'air du mont Salève*, 19 *mai* 1910 (*série* K).

	10 heures.	2 heures.	Moyennes.
Ballon B ($580^{ml},96$).............	1,29265	1,29284	1,29275
Ballon C ($352^{ml},59$).............	1,29251	1,29274	1,29263
Moyennes..........	1,2926	1,2928	1,2927

Moyenne arithmétique des 4 observations : $1^g,2927$.

D'après les résultats ci-dessus des analyses de M. Watson, on calcule que le poids

du litre normal d'air à Genève, le même jour (19 mai 1910), devait être

$$L = 1^g,2927 + 0^g,0001 = 1^g,2928,$$

nombre compris dans les limites constatées du 11 février au 28 avril 1910, mais cependant plutôt faible, eu égard à la teneur élevée en oxygène de l'air de Genève ce jour-là. Il convient cependant de remarquer que cette valeur de $1^g,2928$ est en dessous de la moyenne générale, $1^g,2930$, et représente par conséquent un minimum; d'après le point de vue de M. Morley, tout minimum de densité de l'air est accompagné ou immédiatement précédé d'un maximum relatif de la pression barométrique; de fait, les données de l'Observatoire de Genève [1] indiquent un maximum relatif de pression à la date du 17 mai. Il y a donc là un nouveau contrôle de l'exactitude de nos résultats très intéressants, ainsi qu'une confirmation de plus des faits signalés par M. Morley.

4. De tout ce qui précède, nous concluons que *le poids du litre normal d'air sec et privé de gaz* CO^2 *peut varier, le même jour, d'un lieu à l'autre, de quelques dixièmes de milligramme;* à plus forte raison, peut-il en être de même entre des lieux différents, à des époques différentes. Cette conclusion confirme et précise des observations analogues faites par Regnault, von Jolly, et, plus récemment, par M. Leduc [2]. Elle montre, une fois de plus, combien Regnault avait raison de condamner l'ancien usage des physiciens de rapporter la densité des gaz à celle de l'air. Elle fait enfin ressortir la nécessité d'entreprendre de nouvelles recherches expérimentales sur la composition et les propriétés physico-chimiques de l'air. Les progrès réalisés dans la technique des expériences modernes permettent d'espérer que des mesures exécutées de façon systématique seraient d'une grande utilité pour l'avenir de la Météorologie.

MÉTROLOGIE. — *Sur la mesure des étalons Johansson par une méthode optique.* Note de MM. **A. Pérard** et **L. Maudet**, présentée par M. J. Violle.

La mesure des étalons à bouts plans se heurte à quelques difficultés. La visée directe des extrémités expose fatalement à des erreurs systématiques graves, quel que soit l'artifice mis en jeu; la méthode des palpeurs sphériques exige des réglages délicats et assez sujets à caution; et l'usage des

(1) *Arch. Sc. phys. nat. Genève*, 4e série, t. XXIX, 1910, p. 682.

(2) Leduc, *Rech. sur les gaz*, 1898, p. 19 et 20.

palpeurs plans suivant le procédé habituel entraînerait toutes les incertitudes que comporte le contact par application normale de deux surfaces planes.

Pour répondre au but tout industriel des étalons à bouts plans Johansson, nous avons cherché une méthode dérivant directement de leur mode d'emploi ([1]); et nous nous sommes proposé, moins de déterminer la distance réelle des surfaces terminales de chaque étalon, que d'attribuer à celui-ci une valeur pratique applicable dans toutes les vérifications d'usage qu'il peut être appelé à établir. Ces étalons possèdent précisément la propriété essentielle de se superposer les uns aux autres de façon si parfaite que leur somme forme un bloc capable de se comporter comme un étalon unique. La superposition s'obtient, non par application directe, mais par un glissement progressif des surfaces à accoler, glissement qui ne peut s'effectuer qu'en présence d'un corps liquide ou demi-liquide, de préférence un corps gras, en quantité si petite soit-elle, faisant office de lubrifiant. Sans discuter ici le rôle important que doit jouer ce lubrifiant dans l'adhérence considérable qui s'exerce alors entre les surfaces ([2]), il convient de remarquer que le fait même de permettre le glissement est l'indice qu'il y a interposition réelle; les deux plans, sans doute excessivement voisins, ne se trouvent pas en contact absolu; mais ce ne serait là un défaut véritable que si l'épaisseur de la lamelle ainsi interposée pouvait subir, d'une expérience à une autre, des variations d'un ordre de grandeur supérieur à la précision garantie. Or, les expériences de M. Johansson, puis les nôtres, établissent suffisamment la constance des contacts. Dès lors, pour l'usage pratique, il suffit de déterminer la valeur de chaque étalon accompagné des deux demi-lamelles lubréfiantes, considérées comme faisant parties intégrantes de la pièce. E_t étant la valeur théorique d'un étalon, longueur de la perpendiculaire commune comprise entre ses deux faces, E_p sera sa *valeur pratique*, telle que

$$E_p = E_t + 2\frac{\varepsilon}{2} = E_t + \varepsilon,$$

où ε représente l'épaisseur reconnue suffisamment constante d'une de ces lamelles.

La méthode de mesure consiste dans l'emploi d'étalons Johansson

---

([1]) J. Carpentier, *Comptes rendus*, t. 148, p. 897.

([2]) H.-M. Budgett, *The adherence of flat surfaces* (*Royal Society Proceedings*, A. t. LXXXVI, p. 25).

auxiliaires portant, tracée suivant l'axe d'une de leurs faces latérales, une échelle divisée dans le sens de leur longueur. En accolant d'abord directement les étalons auxiliaires par le procédé ordinaire de superposition, on mesure la distance comprise entre deux traits choisis sur l'un et l'autre; puis, en intercalant entre les étalons auxiliaires l'étalon à étudier, on mesure de nouveau la distance des deux mêmes traits. La différence des longueurs ainsi obtenues fait ressortir sous certaines conditions de réglage la *valeur pratique* de l'étalon.

Des études particulières exécutées au moyen des franges d'interférences lumineuses avaient permis d'apprécier l'excellente planitude et le parallélisme très exact des surfaces terminales des étalons Johansson; mais la méthode actuelle ne supposait même pas *a priori* cette impeccable construction. En effet, toute erreur provoquée par un défaut de parallélisme serait apparue en signe inverse après retournement face pour face de la pièce, et se serait éliminée dans la moyenne. En fait, la concordance des mesures effectuées dans les deux positions a constitué un contrôle précis de ce parallélisme.

Le seul point délicat des mesures était d'opérer chaque fois sur une longueur qui se trouvât exactement normale aux faces terminales de l'étalon, sans pour cela s'appuyer sur les arêtes latérales, desquelles on ne pouvait exiger une coïncidence stricte avec cette direction.

Nous avons ainsi mesuré deux étalons de 100^{mm}, un de 50^{mm}, deux de 25^{mm}, un de 5^{mm} et cinq de 1^{mm}. Les déterminations, très concordantes entre elles, ont attribué à tous les étalons des valeurs tellement voisines de leurs valeurs de définition que les faibles écarts relevés, de quelques petites fractions de micron, pourraient être attribuables pour la plupart aux erreurs d'expériences. De plus, les mesures exécutées sur des blocs de plusieurs étalons juxtaposés ont toujours fait ressortir très exactement les sommes de leurs valeurs individuelles. Enfin, tous les étalons mesurés deux fois par deux opérateurs différents, dans des conditions extérieures aussi dissemblables que possibles, ont donné à quelques mois d'intervalle des valeurs sensiblement égales, qui prouvent en faveur à la fois de la stabilité des étalons et de l'exactitude des mesures.

Écarts trouvés par rapport aux valeurs de définition.

	μ		μ		μ
100^{0} mm...	−0,2	$25^{\cdot\cdot}$ mm....	0,0	$1^{\cdot\cdot\cdot}$ mm...	+0,
100^{20} mm...	+0,1	$5^{\cdot}$ mm....	0,0	$1^{\cdot\cdot\cdot\cdot}$ mm...	−0,1
50 mm...	0,0	$1^{\cdot}$ mm....	−0,1	$1^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}$ mm...	−0,1
$25^{\cdot}$ mm...	−0,1	$1^{\cdot\cdot}$ mm....	0,0		

CHIMIE PHYSIQUE. — *Les dissociations sans changement de volume, et la loi de l'action de masse.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Amagat.

Dans ma dernière Communication (p. 1420), j'ai rappelé sommairement que la considération des parois semi-perméables avait conduit Van 't Hoff à rattacher à la thermodynamique la loi de l'action de masse

$$\Sigma m \log p = \text{const.}$$

Puis j'ai montré que les cycles imaginés par ce savant n'étaient pas réversibles dans le cas des dissociations, et qu'alors la loi n'était plus démontrée pour ces phénomènes si nombreux et si importants.

Toutefois, en appelant p_1 la pression de l'hydrogène, p_2 celle de l'iode, q celle du gaz iodhydrique et P la pression totale, on a indifféremment dans le cas du gaz pur dissocié

$$\text{(I)} \qquad \frac{p_1 p_2}{P^2} = K \qquad \text{ou} \qquad \frac{p_1 p_2}{q^2} = k,$$

parce que $p_1 = p_2$.

Ayant eu l'idée d'appliquer la formule (I) au cas où l'on ajoute un excès d'hydrogène, au mélange normal $2HI = H^2 + I^2$, j'ai vérifié que la constante K restait à peu près la même pour toutes les déterminations faites par M. Lemoine. J'aurais pu considérer cette série de coïncidences comme un résultat de l'expérience, tandis que j'ai essayé de prouver que la formule (I) s'appliquait rationnellement.

Sur ce point spécial, mon collègue M. Em. Carvallo m'a fait remarquer amicalement que « mon raisonnement établit qu'en portant un système $[H^2 + aI^2]$ de la pression totale P à la pression totale P′, la composition chimique du mélange en équilibre ne change pas ; mais qu'il ne prouve pas, à son sens, que la constante K reste la même pour une autre valeur de a ».

Il est certain qu'en adaptant au système $[H^2 + aI^2]$ le cycle réversible que j'ai proposé, on arriverait tout naturellement et directement à l'égalité

$$\frac{p_1 p_2^a}{P^{(1+a)}} = \frac{p'_1 p'^a_2}{P'^{(1+a)}} \qquad \text{ou} \qquad \frac{p_1 p_2^a}{P^{(1+a)}} = K_1.$$

Évidemment en comparant cette dernière formule à l'égalité (I), on ne peut affirmer que K_1 soit égal à K, ni qu'il soit différent. Quoi qu'il en soit, la formule non contestée qui donne K_1 n'est pas identique à la condition classique $\frac{p_1 p_2}{q^2} = k$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la loi de Guldberg et Waage dans le cas de la dissociation des gaz.* Note de M. **J. Carvallo**, présentée par M. E. Bouty.

M. Colson [1] a récemment signalé que la démonstration donnée par Van 't Hoff, pour la loi d'action de masse, doit être revisée dans le cas de la dissociation des gaz. Je veux montrer que l'hypothèse des parois semi-perméables permet un raisonnement qui, tout en tenant compte de l'observation de M. Colson, conduit encore, dans ce cas, à la loi classique de Guldberg et Waage, à la seule condition que les gaz considérés soient parfaits.

A une température fixe T, je considère un système gazeux constitué en mélangeant deux masses d'hydrogène et d'iode. Soient x_1 et x_2 ces masses, V le volume du mélange et p_1, p_2, q les pressions partielles de l'hydrogène libre, de l'iode libre, et de l'acide iodhydrique : je dis que le quotient $\frac{p_1 p_2}{q^2}$ est indépendant de V, x et y.

Je considère en effet un deuxième système, caractérisé par les valeurs V'_1, x'_1, x'_2, p'_1, p'_2, q' des grandeurs précédemment définies, et j'imagine la série suivante de transformations réversibles, effectuées toutes à la température constante T. En relation avec chacun des deux récipients A et A' qui contiennent les deux mélanges, sont trois cylindres a_1, a_2, b et a'_1, a'_2, b' munis de pistons et communiquant avec les récipients par des parois qui ne laissent passer respectivement que l'hydrogène, l'iode et l'acide iodhydrique :

1° Par le jeu des pistons, j'introduis dans A une molécule d'hydrogène H^2 et une molécule d'iode I^2; en même temps j'extrais deux molécules d'acide iodhydrique 2HI. Je veux effectuer cette opération d'une façon réversible : or, d'après la remarque de M. Colson, dès que l'acide iodhydrique extrait de A arrive en b, il se dissocie et donne naissance à un mélange d'hydrogène, d'iode et d'acide iodhydrique, où les constituants H et I sont en proportions chimiquement équivalentes. Pour que l'opération soit réversible, il est nécessaire que l'acide iodhydrique existe en b sous la même

[1] *Comptes rendus*, 27 mai 1912, p. 1420.

pression partielle q que dans A. Dans le mélange défini du cylindre b, la pression partielle q fixe exactement les pressions partielles ϖ_1 et ϖ_2 de l'hydrogène et de l'iode libre. Ce résultat est bien connu; il peut être, par exemple, établi comme le fait M. Colson. On devra donc appliquer au piston b une pression $P = \varpi_1 + \varpi_2 + q$ parfaitement déterminée et constante pendant toute l'opération. D'autre part, il faut appliquer sur les pistons a_1 et a_2 les pressions constantes p_1 et p_2. Pendant la transformation, le système reçoit le travail

$$W_1 = p_1 v_1 + p_2 v_2 - Pv,$$

v_1, v_2, v, désignant respectivement les volumes de H^2 sous la pression p_1, de I^2 sous la pression p_2 et de $2HI$ en dissociation sous la pression totale P. Or, si les trois gaz sont parfaits,

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 = \frac{Pv}{2} = RT,$$

donc

$$W_1 = 0.$$

2° Le mélange du cylindre b est amené dans le cylindre b' sous la condition que la nouvelle pression partielle de l'acide iodhydrique soit q'. Il suffit pour cela de comprimer le mélange à la pression totale correspondante P'. Le travail reçu dans cette opération a pour valeur

$$W_2 = 2RT \operatorname{Log} \frac{P'}{P}.$$

3° Il est alors possible, en avançant le piston b' sous la pression constante P' et en reculant les pistons a'_1 et a'_2 sous les pressions p'_1 et p'_2, d'introduire $2HI$ dans A' et d'en extraire séparément H^2 et I^2. Le travail correspondant est nul comme dans la première opération.

4° Les deux molécules d'iode et d'hydrogène sont séparément ramenées aux pressions initiales p_1 et p_2; le travail reçu est ici

$$W_4 = RT \operatorname{Log} \frac{p_1}{p'_1} + RT \operatorname{Log} \frac{p_2}{p'_2}.$$

L'ensemble se retrouve alors dans l'état initial, on a donc parcouru un cycle fermé réversible isotherme, le travail total est nul :

$$W_2 + W_4 = RT\left(2 \operatorname{Log} \frac{P'}{P} - \operatorname{Log} \frac{p'_1}{p_1} - \operatorname{Log} \frac{p'_2}{p_2}\right) = 0.$$

De cette relation on déduit, en remplaçant P par sa valeur $\varpi_1 + \varpi_2 + q$,

$$(1) \qquad \frac{p_1 p_2}{(\varpi_1 + \varpi_2 + q)^2} = \frac{p'_1 p'_2}{(\varpi'_1 + \varpi'_2 + q')^2} = K_1.$$

Cette relation est applicable au mélange du cylindre b, il suffit de rem-

placer p_1 et p_2 par ϖ_1 et ϖ_2; mais, comme $\varpi_1 = \varpi_2$, elle devient

$$\frac{\varpi_1^2}{(2\varpi_1 + q)^2} = K_1. \tag{2}$$

Cette formule donne pour ϖ_1 une expression de la forme

$$\varpi_1 = K_2 q, \tag{3}$$

où K_2 ne dépend que de T. Portant cette valeur de ϖ_1 dans la relation (1), on est conduit à une égalité de la forme

$$\frac{p_1 p_2}{q^2} = K, \tag{4}$$

où K ne dépend encore que de T. On retrouve donc bien la loi de Guldberg et Waage.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la cryoscopie dans le camphre.* Note [1] de M. **Jouniaux**, présentée par M. E. Bouty.

L'étude des courbes de fusibilité de quelques mélanges binaires, contenant du camphre, donne les résultats suivants :

Pour chacun des systèmes étudiés, la détermination des températures de solidification commençante met en évidence la formation d'un eutectique dont voici les coordonnées :

	Composition moléculaire pour 100 du mélange en camphre.	Température de solidification.
		°
Camphre-naphtalène	58	32,5
Camphre-α-mononitronaphtalène.	54	27,3
Camphre-β-naphtylamine	64	55
Camphre-pyrogallol	69	21
Camphre-acide benzoïque	63	57,2

Les températures de solidification finissante ont été trouvées, dans une large région du plan, indépendantes de la composition initiale du mélange; comme il ne se forme pas de cristaux mixtes dans les mélanges riches en camphre, ce corps présente le caractère d'un bon solvant cryoscopique.

(1) Présentée dans la séance du 3 juin 1912.

L'application de la loi de Raoult aux mélanges étudiés a permis de calculer la constante cryoscopique K du camphre. Si l'on désigne par C l'abaissement du point de congélation d'un solvant pur quand on y a dissous P gramme pour 100 d'un autre corps, on sait que la constante K, le poids moléculaire M du corps dissous et le coefficient d'abaissement à l'origine $\left(\frac{C}{P}\right)_0$ sont liés par la relation

$$K = M\left(\frac{C}{P}\right)_0,$$

$\left(\frac{C}{P}\right)_0$ peut se calculer par extrapolation de deux observations donnant C′ et P′, C″ et P″. On a donc

$$K = M\frac{C''C'(P''-P')}{P''P'(C''-C')}.$$

En appliquant cette formule aux mélanges binaires précédemment étudiés, on trouve pour K les valeurs suivantes :

Mélange camphre-naphtalène	494
» camphre-α-mononitronaphtalène	499
» camphre-β-naphtylamine	505
» camphre-pyrogallol	500
» camphre-acide benzoïque	492

La moyenne de ces résultats est 498.

Il était intéressant de vérifier ce résultat en déterminant les poids moléculaires d'un certain nombre de composés bien définis. On a tracé pour cela les courbes de refroidissement de mélanges contenant, pour 5^g à 10^g de camphre, des poids variant de $0^g,50$ à 1^g de diverses substances. La détermination des températures n'exige qu'un thermomètre ordinaire. En prenant pour température de solidification celle qui correspond au point où la courbe de refroidissement commence à s'incurver pour se raccorder au palier, on trouve les résultats suivants qu'on peut comparer avec le poids moléculaire calculé à l'aide de la formule du composé défini :

	Poids moléculaires	
	observés.	calculés.
Pyrocatéchine	115	110
Tribromophénol	336	331
Vanilline	154	152
Benzophénone	184	182
Oxalate de méthyle	121	118
Azobenzène	184	182
Silicium tétraphényle	340	336

L'erreur relative est de 1,6 pour 100. En faisant la moyenne de tous les résultats obtenus, on trouve, pour constante cryoscopique du camphre, la valeur $K = 495$.

La formule de Van 't Hoff

$$K = \frac{0,02\,T^2}{L}$$

donne, pour la chaleur latente de fusion du camphre,

$$L = 8^{\text{Cal}},24.$$

D'autre part, les tensions de vapeur p du camphre ont été déterminées en fonction de la température par MM. Ramsay et Young, Allen et enfin Vanstone. La courbe obtenue par les savants anglais peut s'exprimer analytiquement par la formule de Dupré

$$\text{(1)} \qquad \operatorname{Log} p = \frac{m}{T} + n \operatorname{Log} T + z,$$

sous la condition de donner aux trois constantes m, n et z les valeurs suivantes :

$$m = -2108,7, \qquad n = +10,114, \qquad z = -51,169.$$

De l'égalité (1), combinée avec la formule de Clapeyron, on déduit

$$L = \frac{p(u' - u)}{ET}(nT - m).$$

Les volumes spécifiques du camphre à l'état solide et à l'état liquide étant connus, on a tous les éléments nécessaires pour calculer L. On trouve ainsi

$$L = 8^{\text{Cal}},24.$$

L'identité des deux valeurs trouvées pour L est remarquable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Les métaux poreux*. Note de M. **Hannover**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les alliages métalliques jouissent de la propriété bien connue d'achever leur solidification dans un intervalle de température plus ou moins *étendu*.

Par exemple, un alliage de plomb et d'antimoine à 50 pour 100 de chacun de ces métaux commence à se solidifier à 450° en laissant déposer des cristaux d'antimoine, dont la grosseur croît progressivement au fur et à mesure du refroidissement jusqu'à

la température de 225°; à cette température, la portion de l'alliage restée liquide, qui contient 87 parties de plomb pour 13 d'antimoine, se solifie entièrement en donnant un enchevêtrement très fin de cristaux des deux métaux. Ce dernier alliage à point de fusion minimum et température de solidification constante est ce qu'on appelle un alliage *eutectique*. Après solidification complète, l'alliage à poids égaux des deux métaux est donc constitué par de gros cristaux de première consolidation formant un réseau continu, dans lequel se trouvent enfermés des canaux remplis de l'alliage eutectique.

Aux températures intermédiaires entre le point de solidification commençante et celui de solidification du mélange eutectique, l'alliage présente une consistance plus ou moins plastique; il est constitué par des cristaux d'antimoine baignés dans une partie encore liquide. H. Bessemer avait utilisé la plasticité de ces alliages à demi solidifiés pour obtenir par compression des empreintes de médailles d'une très grande finesse.

J'ai songé à utiliser d'une façon différente cette hétérogénéité des alliages à demi fondus, en expulsant la partie restée liquide par la pression d'un gaz non oxydant comme l'acide carbonique, par celle d'un liquide comme l'huile ou, mieux encore, par l'action de la force centrifuge. J'obtiens ainsi un métal poreux dans lequel le volume des vides dépend à la fois de la proportion relative des métaux dans l'alliage initial et de la température de la masse au moment de l'élimination des parties liquides; la proportion d'antimoine en excès dissous dans l'alliage eutectique croît, en effet, jusqu'au point de fusion complète. Le volume des vides ne doit pas être trop considérable, si l'on veut que la masse poreuse conserve une solidité convenable.

La figure 1 représente au grossissement de 50 diamètres la structure de cet antimoine poreux; on voit encore dans certaines régions les canaux séparant les cristaux d'antimoine remplis par l'alliage eutectique; l'action de la force centrifuge n'a pas été prolongée assez longtemps pour expulser la totalité de la partie liquide.

En employant, au contraire, un alliage renfermant plus de plomb que l'eutectique : 90 de plomb pour 10 d'antimoine, par exemple, on obtient de la même façon du plomb poreux. Avec les alliages de plomb et d'étain renfermant 80 parties d'étain pour 20 de plomb, on obtiendra de l'étain poreux (*fig.* 2). Dans l'échantillon d'étain représenté ici, la totalité de la partie liquide a été expulsée des canaux existants entre les cristaux du métal en excès.

La réalisation de ce procédé est évidemment d'autant plus compliquée qu'on veut l'appliquer à des alliages à points de fusion plus élevés. On peut cependant préparer par un procédé détourné les métaux peu fusibles à

l'état poreux; on remplit par électrolyse les vides du plomb poreux avec du cuivre ou de l'argent, puis on centrifuge le plomb à une température un peu supérieure à son point de fusion; il reste une éponge de cuivre ou d'argent.

Mon idée première en cherchant à obtenir des métaux poreux était de remplir ensuite les vides avec des corps étrangers non métalliques : résines,

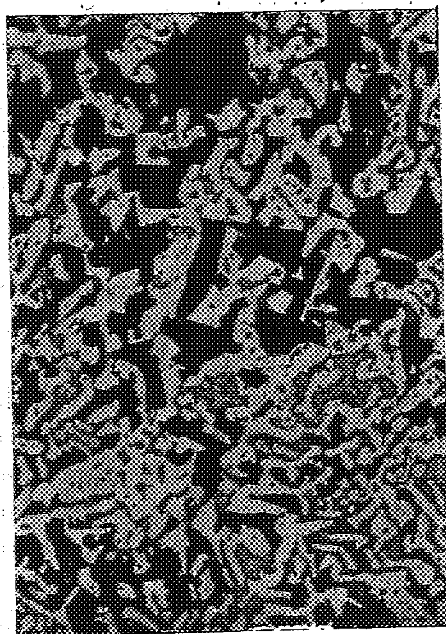


Fig. 1. — Antimoine. G. = 50.



Fig. 2. — Étain. G. = 50.

graisses, émaux, etc., de façon à former de nouvelles séries d'alliages semi-métalliques, dont les propriétés spéciales trouveraient peut-être un jour des applications utiles; mais au cours de ces recherches, j'ai songé à une application immédiate de ces métaux poreux n'exigeant aucun remplissage : la fabrication des plaques d'accumulateur.

Les procédés mécaniques de plissage et de perforation permettent difficilement de décupler la surface d'une lame de plomb; on peut sans difficulté la multiplier dans le rapport de 1 à 50 par l'emploi de métal poreux; on peut donc ainsi obtenir des plaques d'accumulateur à grande capacité sans recourir aux inclusions d'oxydes, dont le décollement est difficile à éviter. On peut néanmoins bourrer les vides du métal poreux avec des oxydes, si l'on désire augmenter plus encore la capacité.

La centrifugation d'un métal à une température où sa masse est plastique exige l'emploi d'un support solide, mais perméable, s'opposant aux déformations d'ensemble tout en permettant aux parties liquides de s'éliminer; on supporte dans ce but l'alliage par une toile métallique appuyée sur une grille. Ce mode opératoire permet très facilement de laisser aux plaques d'accumulateur un encadrement plein plus solide; il suffit de mettre entre la toile métallique et l'alliage une mince lame de clinquant qui s'oppose à l'écoulement du métal liquide.

Ces plaques sont assez perméables pour qu'après les avoir imbibées d'eau, on puisse expulser le liquide en soufflant avec la bouche, les lèvres appuyées contre le métal.

On peut entrevoir d'autres applications de ces métaux poreux, par exemple la construction de coussinets à travers lesquels on ferait pénétrer l'huile de graissage, la préparation de baguettes d'étain imprégnées de résine pour la soudure, etc.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur le rôle de la longueur d'onde dans les réactions photochimiques. Analogie de la photochimie des hautes fréquences vibratoires avec la chimie des hautes températures.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les réactions photochimiques, suivant une distinction établie en 1865 par M. Berthelot (*Ann. Chim. Phys.*, 4e série, t. XVIII, p. 83), appartiennent à deux types différents : d'une part, *transformations exothermiques*, *irréversibles* (appelées souvent aujourd'hui *catalytiques*) : elles tendent à se produire spontanément et la lumière ne fait que les accélérer; d'autre part, *transformations endothermiques*, *réversibles* (ou d'*équilibre*) ; la lumière fournit l'énergie efficiente.

La lumière peut donc exercer un double effet, comme la chaleur.

On sait que l'élévation de température favorise les réactions du premier type, qui sont accompagnées de dégradation d'énergie; mais que de plus, quand elle devient suffisante, elle produit les déplacements d'équilibre du second type, qui correspondent à une restauration d'énergie. On va voir que la fréquence lumineuse joue ce double rôle dans les actions photochimiques.

Le spectre visible s'étend sur une octave (de la fréquence 375 trillions de vibrations par seconde à la fréquence 750 trillions, c'est-à-dire de

$\lambda = 0^{\mu},8$ à $\lambda = 0^{\mu},4$). Le spectre ultraviolet s'étend sur 2 octaves ($0^{\mu},4$ à $0^{\mu},2$ et $0^{\mu},2$ à $0^{\mu},1$). Chaque octave peut se diviser en deux : en sorte qu'on a quatre demi-octaves dont les propriétés physiques, chimiques et biologiques sont assez nettement tranchées (cf. D. Berthelot, *Société des Ingénieurs civils*, 17 novembre 1911; *Société de Physique*, 15 mai 1912).

La dernière demi-octave ($0^{\mu},15$ à $0^{\mu},10$) étant absorbée même par les plus minces couches d'air, n'est guère accessible à l'observation.

Nous appellerons les trois autres : *ultraviolet initial* ($0^{\mu},4$ à $0^{\mu},3$); *ultraviolet moyen* ($0^{\mu},3$ à $0^{\mu},2$); *ultraviolet extrême étudié* ($0^{\mu},20$ à $0^{\mu},15$).

Nous les produisons dans nos expériences au moyen d'arcs entre électrodes de fer, nickel ou cuivre, et d'étincelles entre zinc, cadmium ou aluminium; et surtout avec la lampe de quartz à vapeur de mercure qui, outre un spectre de raies qui s'arrête à $0^{\mu},185$, émet un spectre continu d'autant plus fort que le régime de la lampe est plus poussé et la pression intérieure plus grande.

Pour séparer l'ultraviolet initial de l'ultraviolet moyen et extrême, on place devant les sources un écran de verre qui intercepte les radiations vers $0^{\mu},3$; plus simplement on a recours à la lumière solaire, dont le spectre s'arrête vers $0^{\mu},3$ ($0^{\mu},297$ au niveau de la mer et $0^{\mu},294$ à 2400^{m} de haut, en été, d'après Cornu). Nous avons exposé au soleil de nombreux corps en tubes de quartz ou de verre, durant 8 à 12 mois, au sommet d'une tour à Meudon (cf. *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1911, p. 322). Pour avoir l'ultraviolet initial et moyen, en éliminant l'ultraviolet extrême, nous prenons comme écran une couche d'eau de 1^{cm} d'épaisseur contenue dans une cuve à faces parallèles de quartz de 8^{cm} de diamètre; ou bien nous employons une vieille lampe à mercure dont la paroi intérieure s'est enfumée et arrête l'ultraviolet extrême (cf. *Société internationale des Électriciens*, 5 juin 1912).

Les réactions du premier type, qui sont presque les seules qu'on observe dans la lumière visible, sont favorisées par l'élévation de fréquence et deviennent beaucoup plus nombreuses dans l'ultraviolet. Nous avons fait voir qu'en présence d'air ou d'oxygène, les composés organiques sont tantôt oxydés jusqu'au stade acide (synthèse de l'acide formique), tantôt brûlés complètement avec formation de vapeur d'eau et de gaz carbonique (cas de l'hydrogène, de l'ammoniaque, du cyanogène, etc.). La plupart des photolyses rentrent dans ce type; les unes sont déjà produites par l'ultraviolet initial : nous avons constaté que tel est le cas pour les solutions aqueuses de tous les sucres à fonction cétonique (dioxyacétone, sorbose, lévulose) qui

se décomposent à la lumière solaire; tandis que les sucres à fonction aldéhydique (glucose, galactose, etc.), ou les bioses (maltose, saccharose, etc.) ne sont pas décomposés au soleil, même après plusieurs mois, mais commencent à l'être au bout de quelques minutes au voisinage immédiat de la lampe à mercure.

Les réactions du second type ne se produisent pour la plupart que dans l'ultraviolet extrême. Telles sont notamment les dissociations classiques de l'anhydride carbonique et de la vapeur d'eau à haute température découvertes par Sainte-Claire Deville.

Nous avons montré (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1690) que la dissociation de l'anhydride carbonique en oxyde de carbone et oxygène est un phénomène réversible sous l'action des rayons ultraviolets extrêmes de la lampe à mercure. Cette dissociation se produit également avec des sources moins intenses, riches en ultraviolet extrême. Avec une forte bobine d'induction absorbant sur le primaire 10 ampères sous 36 volts et munie d'un condensateur de 0,3 microfarad, on fait jaillir l'étincelle entre électrodes de cadmium à 3^{mm} de distance d'un tube en quartz mince contenant $0^{cm^3},39$ de gaz carbonique sur le mercure; au bout de 3 heures, on constate une augmentation de volume, et l'analyse indique, en sus du gaz carbonique, $0^{cm^3},008$ d'oxyde de carbone et $0^{cm^3},004$ d'oxygène. Par contre, l'action au soleil prolongée durant des mois ne donne rien.

De même, la dissociation réversible de la vapeur d'eau en hydrogène et oxygène, est produite par les rayons ultraviolets extrêmes (*Comptes rendus, Ibid.*); tandis qu'au bout d'un an, la radiation solaire ne donne pas trace de décomposition de l'eau.

Ces constatations montrent l'insuffisance de l'idée d'après laquelle l'équilibre photochimique se ramènerait à l'équilibre thermique qui répondrait à la température de la source radiante. On a étendu cette théorie aux radiations monochromatiques, en prenant, comme *température de radiation*, la température de celle des courbes de distribution d'énergie du rayonnement complètement diffusé du corps noir théorique, où la radiation considérée offre même intensité. Cette hypothèse conduirait à assigner la même efficacité aux radiations rouges, jaunes ou violettes émanées du soleil puisqu'elles ont toutes même température, et à penser qu'on pourrait, toujours avec une radiation rouge ou jaune d'intensité convenable, aboutir au même équilibre photochimique qu'avec une radiation ultraviolette plus faible. L'expérience montre qu'il n'en est rien. En réalité, le taux d'équilibre paraît déterminé par la fréquence, l'intensité n'influant que sur la vitesse de réaction.

En résumé, la lumière comme la chaleur peut produire, soit des réactions catalytiques, soit des réactions d'équilibre. Dans les deux cas, l'efficacité des radiations augmente avec leur fréquence. La fréquence joue donc le rôle de potentiel ou température photochimique. En particulier, les transformations fortement endothermiques qui entraînent restauration d'énergie chimique et ne se produisent dans le domaine de la chaleur qu'à haute température, exigent dans le domaine de la lumière ou plutôt de l'énergie radiante, l'emploi des rayons ultraviolets extrêmes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence de diverses impuretés sur l'activation de l'aluminium.* Note [1] de MM. **E. Kohn-Abrest** et **Rivera-Maltes**, présentée par M. Armand Gautier.

Par aluminium activé, nous désignons le métal qui a fixé des traces de mercure et qui, comme on le sait [2], est doué d'une oxydabilité extrême à l'air humide, dans l'eau et dans les liquides les plus divers. Cette propriété, mise nettement en évidence par M. Le Bon, mérite de retenir notre attention, à la fois à cause de la nature des composés qui se forment et aussi des applications pratiques auxquelles conduit l'*activation* de l'aluminium [2].

L'un de nous a établi antérieurement [3] que les proportions de mercure susceptibles de déterminer l'oxydation complète d'une lame d'aluminium dans l'eau sont minimes. L'oxydation de l'aluminium peut être réglée par la modification de différents facteurs : concentration des solutions mercurielles, durée de l'immersion des lames, surface des lames.

On tend trop volontiers à attacher de l'importance aux proportions plus ou moins faibles de fer et de silicium qui existent dans l'aluminium industriellement *pur*. Nous avons étudié les effets des traces de mercure sur des lames d'aluminium que nous avons préparées avec des métaux plus ou moins riches en fer et en silicium. Différentes lames de surface et de poids identiques (1^g) décapées à l'acide nitrique, lavées et séchées, ont été immergées chacune dans 25^{cm^3} de sublimé en solution plus ou moins diluée;

---

(1) Présentée dans la séance du 3 juin 1912.

(2) E. Kohn-Abrest, *Sur de nouvelles applications de l'aluminium amalgamé, son emploi en analyse chimique* (*Bull. Ass. Chim.*, juin 1911); *Sur l'aluminium activé et ses applications* (*Bull. Soc. chim.*, juin 1912).

(3) E. Kohn-Abrest, *Bull. Soc. chim.*, 1910; *Recueils du Ministère de l'Instruction publique*, 1910, p. 740 et 759.

après rinçage, chaque lame est introduite dans 100cm³ d'eau. On note la perte de poids qu'elles subissent après l'attaque. Les types d'aluminium employés pour ces recherches avaient donné à l'analyse :

	I.	II.	III.
Fer pour 100	0,70	0,35	0,18
Silicium pour 100	0,40	0,35	0,25

Voici les résultats obtenus :

Concentration du bichlorure de mercure.	Durée de l'immersion des lames dans le bichlorure.	Durée de l'attaque par l'eau.	Altération des lames (perte de poids par gramme). I.			II.			III.
1 pour 10000	3 minutes	indéterminée	0,002	0,006	0,002	0,006	»	»	0,007
1 pour 1000	3 »	4 heures	»	0,019	0,025	0,050	»	»	0,059
1 pour 100	3 »	8 à 10 heures	0,473	0,280	0,366	0,352	0,446	0,115	0,232
4 pour 100 (saturé).	3 »	15 à 20 heures	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Il résulte de ce Tableau que les fortes irrégularités observées lors de l'attaque par l'eau de l'aluminium sont indépendantes de la *pureté* relative du métal, c'est-à-dire du fer et du silicium pris dans certaines limites.

Dans une autre série d'expériences, nous avons préparé des alliages d'aluminium riches en silicium et constaté que, lorsque la proportion de silicium atteignait 4 pour 100, l'aluminium n'était plus *activé* par les solutions de bichlorure de mercure. Si les proportions de silicium ne dépassent pas 1 pour 100, l'activation se poursuit comme à l'ordinaire.

Lorsque l'aluminium renferme du *cuivre*, comme il arrive dans certains accidents de fabrication, on sait que l'action du mercure se trouve paralysée.

Différents échantillons d'aluminium plus ou moins riches en cuivre ont été préparés par nous en fondant de l'aluminium *pur* dans un creuset de graphite et en ajoutant au métal en fusion des proportions déterminées d'aluminium cuprifère. Chaque type obtenu a été laminé; le cuivre a été dosé volumétriquement à l'aide du ferrocyanure de potassium. Les lames, traitées ensuite par les solutions mercurielles, renfermaient les impuretés suivantes :

Fer pour 100	0,180	0,19	0,24	0,19	0,18	0,24
Silicium pour 100 ...	0,350	0,35	0,30	0,33	0,38	0,35
Cuivre pour 100	0,005	0,01	0,07	0,17	0,30	0,65

Concentration en bichlorure de mercure.	Durée de l'immersion des lames dans le bichlorure.	Durée de l'attaque par l'eau.	Altération des lames après 24 heures (perte de poids par gramme). Al pur.	Cuivre. 1 p. 20000.	1 p. 10000.	7 p. 10000.	0,17 p. 1000.	0,30 p. 1000.	0,65 p. 1000.
1 p. 10000.	6 minutes	indéterminée	0,007	0,005	0,006	0,001	0,0008	0,0008	néant
1 p. 1000..	3 »	très variable	0,058	0,090	0,036	0,012	0,0015	0,0000	0,0000
1 p. 100...	3 »	8 à 10 heures	0,232	0,143	0,149	0,001	0,0008	0,0010	0,0000
4 p. 100 (saturé)....	3 »	15 à 24 heures	1,000	1,000	0,980	0,007	0,0030	0,0050	0,0000

Ainsi une lame d'aluminium contenant environ 1 pour 1000 de cuivre résiste à l'action pourtant si énergique du mercure sur l'aluminium; elle ne subit pas d'*activation* et n'est plus attaquée par l'eau après le contact du sel mercuriel.

En présence de l'air, la résistance des lames d'aluminium *activées* renfermant des traces de cuivre est un peu différente. En déposant pendant une minute sur des lames d'aluminium renfermant des traces de cuivre des solutions plus ou moins diluées de bichlorure de mercure, on constate que le métal *pur* n'est pas attaqué après activation par le sublimé à 1 pour 10000; que l'aluminium renfermant 7 pour 10000 de cuivre s'oxyde très faiblement après contact avec le sublimé à 1 pour 1000; que l'aluminium renfermant 1 à 2 pour 1000 de cuivre est extrêmement peu *activé* à l'air par le bichlorure à 1 pour 100. Enfin, que le métal à 0,65 pour 100 de cuivre résiste à l'air après toute tentative d'activation.

En résumé, l'activation de l'aluminium n'est pas influencée par les faibles proportions de fer et de silicium qui se trouvent dans les aluminiums industriels désignés comme aluminiums *purs*.

Mais l'activation est empêchée par la présence du cuivre dans l'aluminium; environ 1 pour 1000 de ce métal suffit pour qu'une lame d'aluminium ayant subi des essais d'activation énergiques reste à peu près inaltérée dans l'eau. A l'air, les limites sont un peu différentes.

Il nous a paru utile, étant donné le champ des applications de l'aluminium, d'exposer ces données nouvelles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Observations sur les siliciures d'hydrogène.* Note [1] de M. A. **Besson**, présentée par M. Haller.

Le siliciure de magnésium préparé par magnésiumthermie est parfois taché de matière jaunâtre, d'azoture de magnésium dû à l'accès de l'air au cours de la préparation; c'est ce qui se produit notamment quand la mise à feu du mélange se fait par un ruban de magnésium inséré dans la masse, et c'est pourquoi nous avons recommandé (*Comptes rendus*, 15 janvier 1912), la mise à feu superficielle. La présence de cet azoture ne nuit pas à la qualité du gaz, car NH^3 formé lors de sa décomposition, est retenu par HCl. Le siliciure de magnésium répand à l'air une odeur analogue à celle du carbure de calcium commercial; elle est due à la présence de phosphure de magnésium qui se décompose par l'humidité de l'air, en dégageant des phosphures d'hydrogène; le gaz brut peut être débarrassé de PH^3 par lavage dans une solution chlorhydrique de Cu^2Cl^2 sans diminuer sa richesse en siliciures d'hydrogène. Le phosphore est apporté principalement par le quartz porphyrisé du commerce qui renferme de notables quantités de phosphates; nous avons essayé d'employer du quartz purifié du commerce, mais son grain trop gros donnait de mauvais produits; une autre impureté du gaz brut, c'est H^2S qui n'est pas retenu par Cu^2Cl^2, aussi avons-nous été conduits à rechercher un autre agent de purification. C'est finalement à la solution aqueuse d'iode dans KI ou HI à $\frac{1}{100}$ que nous nous sommes arrêtés, solution qui retient à la fois PH^3 et H^2S sans diminuer considérablement la richesse du gaz en siliciures d'hydrogène (à condition d'opérer à froid); nous ajouterons que la dessiccation du gaz que nous désignerons sous le nom de gaz *mixte*, après son épuration, peut se faire avantageusement sur une colonne de P^2O^5.

Au cours de la décomposition du siliciure de magnésium par HCl, on observe la formation, au sein du liquide, d'un corps solide blanc, ayant l'apparence de la silice; de fait, la matière première qu'on emploie a une composition qui se rapproche de $SiMg^2$ qui devrait donner par sa décomposition théorique par HCl du gaz à 100 pour 100 SiH^4; or, le gaz mixte titre au plus, en marche courante, 5 pour 100 évalué en SiH^4 (souvent

---

[1] Présentée dans la séance du 3 juin 1912.

moins); il semble dès lors assez naturel d'admettre que le reste du silicium passe à l'état de SiO^2, ce qui expliquerait le dégagement simultané d'hydrogène; si, après perfection de la réaction, on isole le résidu, le lave, le sèche au vide, on a un corps solide blanc grisâtre, combustible, qui répond exactement à la composition $Si^2O^4H^2$; ce n'est autre que de l'acide silicioxalique qui s'obtient ainsi très aisément (à l'abri de l'air); nous dirons même qu'il se forme trop aisément, car nous en avons déjà fabriqué involontairement plusieurs kilogrammes; le poids de ce corps représente 25 à 30 pour 100 du poids de siliciure de magnésium mis en œuvre.

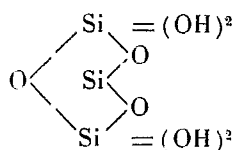
La lumière est sans action sur le gaz mixte sec; un ballon scellé rempli du gaz inflammable, par déplacement de l'hydrogène dont il était préalablement rempli, est resté spontanément inflammable après exposition au soleil pendant plus de 30 jours particulièrement ensoleillés; la pression intérieure n'a pas varié sensiblement et aucun dépôt apparent ne s'est formé.

Le gaz mixte bien desséché, dirigé à travers une batterie de tubes à effluves se décompose en formant sur les armatures un dépôt d'abord jaune qui devient brun cuivré en s'épaississant; on peut observer, au cours de sa formation, un brillant phénomène des lames minces. Ce dépôt est en général très adhérent aux parois des tubes et en même temps très oxydable, de telle sorte que si l'on essaye de l'enlever en le grattant avec une spatule de platine, il prend feu; parfois, il se détache spontanément quand il a acquis une épaisseur suffisante. Généralement, nous avons eu recours, pour le détacher à une imbibition préalable avec CCl^4, permettant ensuite son détachement au sein de ce liquide.

Ce corps ne présente pas de composition constante, sa teneur en hydrogène varie de 2 à 5 pour 100; il doit être, à notre avis, considéré comme un mélange de silicium amorphe et de petites quantités de siliciures d'hydrogène condensés que l'action de différents dissolvants ne nous a pas permis d'isoler; à la sublimation sous vide à température croissante, il laisse échapper une petite quantité d'un corps solide blanc qui se sublime, mais ne tarde pas à s'oxyder par suite de rentrées de petites quantités d'air. Ce corps est très combustible, il explose quand on le chauffe doucement dans un tube renfermant de l'air; il est attaqué dès 200° par HCl sec avec production d'hydrochlorures de silicium très volatils. M. Ogier a décrit comme un hydrure de silicium de composition $(Si^2H^3)^n$ un endroit jaune qu'il obtint par effluvation de SiH^4 pur; la formule attribuée à ce corps fut déduite de la quantité d'hydrogène mis en liberté et non de l'analyse du corps; nous

doutons fort que M. Ogier ait obtenu ainsi un composé défini et estimons que s'il avait opéré sur des quantités de matières plus grandes, il serait arrivé aux mêmes conclusions que nous.

Le gaz mixte ne réagit pas sur une solution ammoniacale même très concentrée; il ne réagit non plus apparemment sur le gaz ammoniac liquéfié absolument sec; mais, en présence d'humidité, il se forme un corps solide blanc qui, desséché au vide à 100°, ne retient qu'une quantité insignifiante d'azote. Le dosage de silicium et hydrogène conduit à attribuer à ce corps la formule $Si^3O^7H^4$ qu'on peut représenter par la formule développée



plusieurs préparations ont donné un corps toujours de même composition.

Nous avons signalé dans une Communication antérieure que le gaz mixte suffisamment dilué répandait des fumées à l'air sans s'enflammer, et que ces fumées condensées prenaient l'aspect d'un corps solide très léger, blanc de neige, combustible, dont la composition ne paraissait pas constante; il semble que nous ayons été conduits à cette dernière conclusion parce que ce corps, bien que surnageant l'eau au contact de laquelle on le met et sans sembler se mouiller au bout d'un long contact, peut néanmoins retenir énergiquement de l'eau qui accompagne sa formation; ce n'est qu'en le maintenant plusieurs heures au vide à 100° que sa composition devient sensiblement constante; différentes préparations nous ont donné des compositions qui ne varient qu'entre les limites : Si pour 100 = 50,3 à 50,7 et H pour 100 = 1,7 à 2; ces nombres correspondent sensiblement à la formule $Si^3O^5H^3$ (Si pour 100 = 50,3; H pour 100 = 1,8). N'était la teneur en hydrogène qui est un peu trop élevée, on pourrait penser avoir affaire à l'acide silicimésoxalique $Si^3O^5H^2$ (Si pour 100 = 50,6; H pour 100 = 1,2). Nous avons étudié de plus près la formation de ce corps en vue de déterminer aux dépens de quelle partie du gaz mixte il prenait naissance : Un flacon de 12^l de capacité était rempli de gaz mixte sec, puis entouré de glace et mis en relation par l'intermédiaire de tubes desséchants avec un gazomètre à oxygène dont on admettait le gaz bulle à bulle jusqu'à refus; le flacon étant ensuite isolé et maintenu à 0°, on constate qu'au bout de quelques heures la pression intérieure s'est élevée notablement (dég. d'hydrogène), qu'il y a formation d'eau, que le gaz restant ne renferme plus sensiblement

de siliciures d'hydrogène, et enfin que le corps blanc formé présente toujours sensiblement la même composition indiquée ci-dessus. Il semble donc que cette réaction soit fort complexe, mais la constance de composition du corps solide blanc obtenu semble impliquer celle du gaz mixte.

Ce corps blanc, chauffé sans ménagement dans le vide, se décompose en donnant du gaz renfermant des siliciures d'hydrogène et en laissant un résidu blanc jaunâtre qui semble être un mélange de SiO^2 et de silicium amorphe; si, au contraire, on le chauffe avec ménagement dans le vide au-dessous du rouge, son aspect ne change pas et il perd exclusivement de l'hydrogène; sa composition se rapproche progressivement de Si^3O^5 sans que nous ayons pu atteindre ce terme, car les dernières traces d'hydrogène sont très difficiles à dégager sans provoquer de surchauffe; de petites rentrées d'air que nous n'avons pu éviter pendant une chauffe de plus d'une centaine d'heures nous ont finalement converti le produit en silice.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le mode de décomposition du sulfite de cuivre.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Après avoir étudié l'action d'un excès de sulfite alcalin sur les sels de cuivre [1], il m'a paru intéressant de contrôler si le sulfite cuprique seul, et en dehors de la présence de tout sulfite alcalin, pouvait également par sa décomposition se transformer en dithionate, ainsi que je l'ai déjà observé pour le sulfite d'argent [2].

Le sulfite de cuivre peut être préparé soit par mélange des solutions équimoléculaires d'un sel *neutre* de cuivre et de sulfite alcalin, soit en traitant un poids connu d'oxyde, obtenu par précipitation d'un de ses sels et mis en digestion dans l'eau, par la quantité théorique de gaz sulfureux nécessaire pour former le sulfite cuivrique, car ce sel est soluble dans un excès du gaz acide, contrairement à ce qui a lieu pour le sel correspondant d'argent.

La première méthode est la plus simple, aussi l'ai-je toujours préférée. Il suffit d'avoir le soin de déterminer la teneur du sulfite en sulfate, la seule impureté de quelque importance que contienne le sulfite de sodium commercial, celui que j'ai employé, et de s'assurer que cette teneur n'excède pas un certain quantum. Dans le sel mis en œuvre pour mes recherches, elle s'élevait à 2,6 pour 100.

(1) *Comptes rendus*, t. 154, p. 434 et 701.
(2) *Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, t. XX, p. 5.

1° Ma première détermination a été faite avec 5g de $CuSO^4 + 5H^2O$ (P. M. = 249,6) dissous dans 80cm³ d'eau, et j'y ai fait écouler sous forme de filet mince, par un entonnoir à douille effilée, les 120cm³ d'une solution de 5g de sulfite

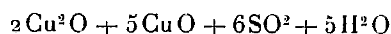


$$Na^2SO^3 + 7H^2O \text{ (P. M.} = 252).$$

En agitant constamment le flacon contenant la liqueur de cuivre, il est aisé d'éviter tout excès de sulfite alcalin en un point du mélange. D'ailleurs le sulfite double, s'il s'en formait, serait de suite redécomposé en revenant au contact du sel de cuivre en excédent (¹). Le mélange achevé, le flacon, de capacité choisie de façon que le volume d'air restant soit négligeable, fut fermé, secoué vigoureusement et abandonné à lui-même à la température ambiante (+15° à +17°).

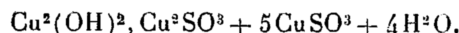
Le précipité floconneux, primitivement vert jaunâtre, se modifie peu à peu, et prend successivement une teinte jaune rougeâtre, puis rouge jaune. Il perd son aspect colloïdal et devient plus dense. En deux jours, le précipité est même devenu grenu et a pris une couleur rouge brique, et, au bout de trois jours, il possède son aspect définitif rouge amarante, tandis que les eaux mères sont colorées en bleu légèrement verdâtre.

En ouvrant le flacon le cinquième jour, on perçoit nettement l'odeur du gaz sulfureux. On filtre, lave, d'abord à l'eau puis à l'alcool, le précipité rouge qu'on essore et sèche un peu à l'air. Ce corps, qui dégage de l'acide sulfureux par des acides forts et renferme de l'oxydule et de l'oxyde de cuivre, comme le prouvent l'analyse et l'action des réactifs, n'est autre qu'un sulfite basique de composition brute :



$$2Cu^2O + 5CuO + 6SO^2 + 5H^2O$$

correspondant à la formule ou à toute autre similaire :



$$Cu^2(OH)^2, Cu^2SO^3 + 5CuSO^3 + 4H^2O.$$

Quant au liquide, traité suivant le procédé employé dans toutes mes précédentes recherches, il m'a été facile d'y reconnaître encore l'existence de l'acide dithionique, mais en teneur relativement faible, car le dosage n'a donné qu'un rendement minime, soit 5,41 pour 100; le calcul étant basé cette fois, non plus sur le poids de sel de cuivre employé, puisqu'il était en excédent, mais sur le poids *réel* du sulfite alcalin mis en œuvre, c'est-à-dire déduction faite du sulfate qu'il contenait.

Si l'on substitue au sulfate de cuivre, le poids équimoléculaire de chlorure, et que l'on conduise l'opération comme précédemment, l'on repasse exactement par les mêmes phases, à la seule exception près qu'au lieu du dépôt final de sulfite basique cuproso-cuprique, on a un précipité de chlorure cuivreux qui se forme au fur et à mesure que le sulfite cuivrique disparaît ou se dissout à la faveur du gaz sulfureux mis en liberté

(¹) Du fait que le poids moléculaire du sulfite est très légèrement supérieur à celui du sulfate de cuivre, on se met à l'abri de l'emploi d'un excès du premier sel en prenant poids égaux des deux; surtout étant donnée la légère teneur en sulfate de ce sulfite, ce faible écart en faveur du sel de cuivre ne présentant aucun inconvénient par lui-même.

et en solution dans l'eau. Mais le rendement en acide dithionique reste toujours médiocre, soit 5,98 pour 100 pour l'opération où j'ai fait le dosage.

Dans le cas du sulfite cuivrique, en dehors de la présence de tout excès de sulfite alcalin, la réaction principale d'après laquelle s'effectue la réduction est donc tout autre que celle que j'ai observée pour le sulfite d'argent et que celle qui se produit lorsqu'on opère avec le sulfite double de cuivre et de sodium. Il est manifeste que la réaction qui donne naissance à l'acide dithionique n'est, dans le cas du sulfite cuivrique *simple*, que d'ordre secondaire. La forte proportion d'acide sulfureux libre contenue dans la liqueur à la fin de la réaction, et la formation d'une quantité importante d'acide sulfurique, dont la proportion croît avec le temps pendant le cours de la réaction (phénomène aisé à constater par les procédés analytiques usuels lors de l'emploi du chlorure cuivrique), sont d'ailleurs en complet accord avec la faible proportion d'acide dithionique obtenu. Il n'est pas jusqu'à la composition du produit amarante, le sulfite cuproso-cuprique, formé lorsqu'on emploie des sels de cuivre autres que les sels halogénés, qui n'explique cette minime quantité d'acide dithionique, puisque ce sulfite cuproso-cuprique renferme de fortes proportions d'oxyde cuprique et qu'on sait, qu'en l'espèce, la genèse de l'acide dithionique est corollaire du phénomène de réduction de cet oxyde.

L'action de la chaleur active la réaction et semble même favoriser la formation de l'acide dithionique, mais elle ne redonne cependant pas à cette dernière phase de la réaction la place principale, puisque pour cet acide le rendement ne s'est élevé qu'à 8,71 pour 100. L'expérience a été exécutée avec le sulfate et en plaçant, dès sa fermeture, le flacon contenant le mélange de sel de cuivre et de sulfate alcalin dans un bain-marie qu'on a porté progressivement à 72°, 75°. Par l'action de la chaleur, le précipité floconneux disparaît assez rapidement et fait place à un dépôt amarante de même aspect et renfermant les mêmes éléments que celui obtenu à froid. 30 minutes à 1 heure suffisent pour terminer la réaction.

En résumé, dans la transformation du sulfite cuivrique en sel cuivreux, par *autoréduction* et en dehors de la présence de tout excès de sulfite alcalin, la production d'acide dithionique est minime, et la réaction principale est la formation de sulfite cuivreux et d'acide sulfurique qui, réagissant sur le sulfite cuivrique encore en présence, redonne du sulfate de cuivre et du gaz sulfureux qui redissout une partie des sulfites, en pouvant même agir comme réducteur sur le sulfate cuivrique; et la réaction se poursuit ainsi progressivement, le sulfite cuivreux formé et dissous à la faveur du gaz sulfureux donnant finalement naissance soit au chlorure cuivreux insoluble

si l'on opère avec le chlorure cuivrique, soit à du sulfite cuproso-cuprique lorsqu'on emploie les sels de cuivre autres que les sels halogénés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Destruction spontanée et progressive de certains objets en plomb.* Note de M. **Camille Matignon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans les collections d'objets anciens, en plomb, exposés dans nos musées, certains d'entre eux s'oxydent progressivement et finissent à la longue par se transformer en une matière plus ou moins pulvérulente constituée essentiellement par un carbonate de plomb, tandis que d'autres objets de même métal n'éprouvent aucune modification.

Il existe donc des plombs *malades*, dont la conservation à l'air, dans une vitrine de musée, n'est pas possible.

Grâce à l'obligeance de M. Haraucourt, justement préoccupé de la conservation des objets en plomb du musée de Cluny, j'ai pu examiner les poudres recueillies dans différents casiers et résultant de la destruction complète de divers objets en plomb, ainsi que certains objets en voie de transformation.

Il paraît probable, *a priori*, que les plombs altérables doivent contenir des traces d'une matière étrangère rendant possible, à la température ordinaire, par son intervention dans une première réaction, l'action simultanée de l'oxygène, de l'humidité et du gaz carbonique sur le métal. Cette substance catalysante se reforme ensuite dans son état initial à la suite d'un cycle de réaction, pour provoquer à nouveau la même série de transformations chimiques.

Dans le but de trouver cette substance, j'ai recherché la nature des matières étrangères qui se trouvent à côté du plomb dans les produits de destruction des plombs malades. J'ai rencontré la présence constante de chlorures dans douze échantillons différents examinés. La présence de ces chlorures, en quantité d'ailleurs variable d'un échantillon à l'autre, résulte certainement d'un séjour plus ou moins prolongé de ces objets anciens dans le sol et de préférence dans des terrains contenant des eaux saumâtres.

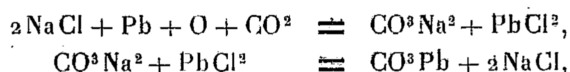
Si la présence de chlorures rend possible à froid l'attaque du plomb, c'est un point qu'il était facile de vérifier.

Dans ce but, j'ai plongé pendant 24 heures une lame de plomb du commerce dans une solution neutre de sel marin à 30 pour 100, puis la lame a été retirée et mise à

dessécher dans un espace sec, de manière qu'il restât à la surface des petits cristaux microscopiques de sel marin. Cette lame, ainsi qu'une lame témoin de mêmes dimensions, ont été pesées le 11 février 1909, abandonnées à l'air et pesées à nouveau le 26 avril dernier, soit donc après plus de trois ans et deux mois.

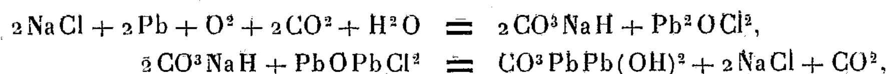
La lame chlorurée s'est attaquée progressivement; elle a blanchi et a formé en certains points de véritables excroissances, en même temps que l'augmentation de poids atteignait 0g,0517. La lame témoin, au contraire, a conservé son aspect primitif et n'a pas subi de variation de poids.

Quel peut être le mécanisme de la réaction d'attaque du plomb en présence du chlorure? Le sel marin peut intervenir pour former un carbonate ou bicarbonate alcalin transitoire avec retour ultérieur à la forme chlorure. On pourrait avoir, par exemple :



$$2\,NaCl + Pb + O + CO^2 \rightleftharpoons CO^3Na^2 + PbCl^2,$$
$$CO^3Na^2 + PbCl^2 \rightleftharpoons CO^3Pb + 2\,NaCl,$$

ou bien encore, avec la formation d'un oxychlorure de plomb :



$$2\,NaCl + 2\,Pb + O^2 + 2\,CO^2 + H^2O = 2\,CO^3NaH + Pb^2OCl^2,$$
$$2\,CO^3NaH + PbOPbCl^2 = CO^3PbPb(OH)^2 + 2\,NaCl + CO^2,$$

réactions qui, d'après la considération des quantités de chaleur, sont du domaine du possible.

La formation hypothétique de carbonates alcalins transitoires entraînerait une réaction alcaline pour les produits en voie de transformation. C'est bien ce que j'ai pu constater. Une goutte de solution de phtaléine déposée à la surface de la lame de plomb (chlorurée) attaquée prend immédiatement une teinte rose. Il est à remarquer que ni le carbonate ni l'hydrocarbonate de plomb n'ont d'action sur la phtaléine.

Quoi qu'il en soit, puisque la transformation des plombs malades se fait avec intervention de l'air atmosphérique, j'ai cherché à enrober ces objets dans un vernis transparent imperméable pour arrêter leur destruction. J'ai fait quelques essais avec un vernis à base de fulmicoton. Voici les variations de poids constatées sur des objets du musée de Cluny en voie de destruction, entre le 11 février 1909 et le 26 avril dernier :

Objets non vernissés.

Nos.	Augmentation de poids.	Augmentation pour 100.
5. Sceau ancien...........	g 0,0533	0,300
6. »	0,0148	0,030
8. »	0,0081	0,032
9. »	0,0207	0,049
10. Vase..................	0,0146	0,056

Objets vernissés.

Nos.	Augmentation de poids.	Augmentation pour 100.
2. Pendentif.............	g 0,0030	0,017
3. Plaque................	0,0024	0,015
4. Plaque................	0,0056	0,036
15. Épingle...............	0,0015	0,008

Ces différents objets ont des surfaces comparables.

De l'examen comparatif des deux Tableaux précédents, il résulte que le vernis employé n'a pas arrêté l'oxydation du métal, mais il semble l'avoir ralenti.

Le vase n° 10 avait été préalablement lavé à l'eau bouillante jusqu'à disparition complète de chlorures dans les eaux de lavage, avec l'espoir de ralentir ou de faire cesser l'oxydation. L'expérience n'a pas confirmé cette prévision.

En résumé :

1° La présence de chlorures paraît constante dans les objets en plomb malades de nos musées;

2° Une lame de plomb normale, chlorurée artificiellement, s'est oxydée régulièrement depuis 3 ans.

Les plombs oxydables paraissent donc être des métaux qui se sont chlorurés par un long séjour dans un sol plus ou moins saumâtre.

Je ne considère pas ces premiers résultats comme définitifs; ces études sont continuées dans le but de préciser les réactions dont ces métaux sont l'objet et de trouver, si possible, un remède à cette désagrégation de pièces métalliques souvent précieuses.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la décomposition du nitrate d'uranyle par la chaleur.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La décomposition du nitrate d'uranyle par la chaleur a fait l'objet d'un grand nombre d'observations. Il est cependant difficile de trouver des indications concordantes sur la nature des produits formés dans des conditions déterminées. Nous avons dû reprendre cette question pour compléter l'étude du nitrate d'uranyle à deux molécules d'eau dont nous avons indiqué antérieurement la préparation ([1]).

Ce nitrate d'uranyle se décompose d'une façon différente, selon qu'il est maintenu longtemps à une température donnée, ou qu'il est chauffé progressivement et dans un temps relativement court jusqu'au point où sa destruction devient totale.

Lorsqu'on abandonne à l'étuve à 105° le nitrate d'uranyle à $2H^2O$, il diminue de poids d'une façon constante. Après 40 heures, la perte de poids pour 109g de matière est de 8g, soit 7,33 pour 100. Le produit ne change pas d'aspect, mais il n'est plus complètement soluble dans l'éther anhydre. La partie dissoute dans l'éther, isolée par évaporation du dissolvant dans un courant d'air sec à froid, possède les propriétés et la composition du nitrate employé. L'analyse donne en effet les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Calculé pour $(NO^3)^2UO^2, 2H^2O$.
U^3O^8 pour 100.......	65,11	65,19	65,17	65,50

La solution éthérée enlève donc simplement le sel resté inaltéré.

Le résidu laissé par l'éther est également insoluble dans l'eau. C'est une poudre jaune pâle, très ténue, ne contenant pas de produits nitrés. Sa composition est celle de l'hydrate uranique UO^3H^2O.

	I.	II.	III.	Calculé pour UO^3H^2O.
U^3O^8 pour 100.......	91,99	92,06	92,08	92,33

Dans un autre essai effectué à 115° les résultats ont été identiques.

Si l'on élève la température, la décomposition s'accélère. A 120°, après quelques jours, le départ de l'acide azotique est tel que le produit brut a une teneur en uranium voisine de celle de l'hydrate uranique UO^3H^2O (U^3O^8 pour 100 : 91,28). A 150°, la décomposition beaucoup plus rapide est encore comparable, quant aux produits

([1]) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 439.

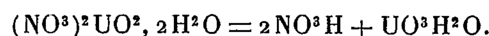
formés. Le composé soluble dans l'éther est le sel inaltéré:

U^3O^8 pour 100....... .... 65,17 65,23

L'hydrate UO^3H^2O constitue la partie insoluble, mais il est dans ce cas accompagné d'une petite quantité d'un sel soluble dans l'eau. Il en résulte que la calcination du produit fournit une quantité d'oxyde U^3O^8 plus faible :

U^3O^8 pour 100............... 91,79 91,70

Jusqu'à la température de 150°, l'action de la chaleur sur le nitrate d'uranyle peut être représentée par l'équation suivante:



$$(NO^3)^2UO^2, 2H^2O = 2NO^3H + UO^3H^2O.$$

Si le nitrate d'uranyle est au contraire chauffé assez rapidement, son altération n'est pas sensible et il fond vers 180° en un liquide jaune d'or parfaitement limpide et restant facilement en surfusion (¹). Par refroidissement lent, il donne d'abord une masse cristalline jaune qui prend, vers 160°, une teinte rouge orangé rappelant celle du bichromate de potassium. Cette forme nouvelle du nitrate d'uranyle chauffée à 170° reproduit les cristaux jaunes semblables à ceux qu'on obtient par refroidissement rapide.

Au-dessus de son point de fusion, le sel perd de l'acide azotique, mais il garde l'aspect d'un liquide limpide jusqu'à 245°, puis la décomposition s'effectue d'une façon intense avec dégagement de vapeurs nitreuses et apparition d'un précipité jaune orange. La température reste pendant un certain temps stationnaire. Il se produit tout d'abord une masse pâteuse, puis compacte, formée d'un mélange d'anhydride uranique UO^3, de l'hydrate UO^3H^2O et de nitrate non décomposé. Ce dernier corps est facilement éliminé par un lavage à l'éther anhydre. La composition de ce mélange de l'anhydride avec son hydrate varie d'une opération à l'autre:

	I.	II.	III.	IV.
U^3O^8 pour 100..........	94,44	96,75	97,00	97,58

Calculé pour UO^3........................ 98,13
Calculé pour UO^3H^2O..................... 92,33

Ces variations dépendent de la durée de la chauffe et résultent de la superposition de deux réactions, ainsi que nous allons l'établir.

Si l'on maintient le nitrate d'uranyle en fusion pendant 15 à 10 minutes

(¹) A. Wasiljew a donné comme point de fusion 179°, 3 (*Journ. Soc. phys. chim. russe*, t. XLII, 1910, p. 570).

au-dessous de 245°, à 230° par exemple, il perd de l'acide azotique, tout en restant limpide. Coulé sur une plaque émaillée, il se solidifie en une masse vitreuse parfaitement transparente, incomplètement soluble dans l'éther. Le résidu laissé par ce dissolvant est formé d'hydrate uranique et d'un composé soluble dans l'eau possédant les propriétés d'une combinaison éthérée de nitrate anhydre d'uranyle. Additionné d'une petite quantité d'eau, il s'hydrate et devient soluble dans l'éther (1). La formation de nitrate anhydre est ici expliquée par le mode de préparation, donné pour ce corps, par M. Marketos (2), et qui consiste à faire passer sur du nitrate à $3H^2O$, un courant de gaz carbonique chargé de vapeurs d'acide azotique, à la température de 170° à 180°. Si l'action de la chaleur est prolongée, l'hydrate uranique se précipite au sein de la masse et le produit coulé est alors opaque. La perte de poids pour une même masse du sel fondu permet de juger de l'importance de la décomposition à diverses températures. Après 1 heure à 200° elle est de 2,26 pour 100, et pendant le même temps à 220° elle atteint 9,10 pour 100. A 235°, elle est beaucoup plus élevée et est de 24,35 pour 100 pour 40 minutes de chauffe. Dans l'expérience ayant fourni ce dernier résultat, on a isolé, en lavant rapidement à l'eau, la partie insoluble dans l'éther, de l'hydrate uranique, en cristaux d'aspect rhombique (U^3O^8 pour 100 : 92,44). Si la durée de la chauffe est encore augmentée, l'hydrate uranique renferme alors des proportions plus ou moins grandes d'anhydride uranique.

En résumé, la décomposition du nitrate d'uranyle par la chaleur commence à une température voisine de 100°. Elle donne lieu d'abord à de l'acide azotique et à de l'hydrate uranique. Dès que le point de fusion du sel est atteint, il se produit en outre une déshydratation partielle de la masse avec formation de nitrate anhydre dont la destruction va se superposer à celle du sel hydraté. Ainsi s'explique la formation du mélange d'anhydride uranique et de son hydrate qu'on obtient dans la décomposition du sel fondu.

---

(1) Nous avons reconnu que le nitrate anhydre est insoluble dans l'éther et se combine avec ce liquide.

(2) Marketos, *Bulletin de la Soc. chimique*, 4e série, t. XI, 1912, p. 245.

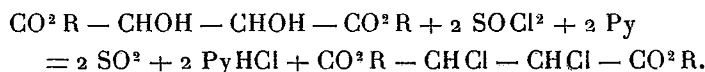
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers de l'acide dichlorsuccinique et leur isomères stéréochimiques*. Note de MM. G. **Darzens** et **Séjourné**, présentée par M. A. Haller.

L'acide αβ-dichlorsuccinique ou ses éthers doit, d'après les théories stéréochimiques modernes, présenter les mêmes cas d'isomères que l'acide tartrique.

On ne connaît actuellement que deux isomères inactifs ; l'un d'eux a été préparé par Kirchhoff (1) en fixant le chlore sur l'acide fumarique, l'autre a été obtenu par A. Michael et par St Van der Riet (2) par l'action du chlore sur le chlorure ou l'anhydride maléique.

Nous avons pensé qu'il serait intéressant de compléter ces résultats en cherchant à préparer l'acide dichlorsuccinique en partant des acides tartriques, l'un de nous ayant donné une méthode qui permet de substituer le chlore au groupe oxhydrile OH (3).

C'est ainsi que nous avons été amené à traiter les éthers tartriques par le chlorure de thionyle $SOCl^2$ en présence de pyridine, suivant l'équation :



$$CO^2R - CHOH - CHOH - CO^2R + 2\,SOCl^2 + 2\,Py$$
$$= 2\,SO^2 + 2\,PyHCl + CO^2R - CHCl - CHCl - CO^2R.$$

Comme on va le voir, cette réaction nous a permis de préparer pour la première fois les éthers de l'acide dichlorsuccinique actif, en prenant comme point de départ l'acide tartrique droit; de plus, l'acide tartrique racémique, par compensation, nous a donné un nouvel acide dichlorsuccinique inactif, différent de ceux déjà connus.

Nous avons opéré comme il suit avec le tartrate de méthyle droit, préparé avec de l'acide droit ordinaire :

Dans un mélange bien refroidi de 1 molécule-gramme de tartrate de méthyle et de 2 molécules de pyridine rigoureusement anhydre, on verse lentement 2 molécules de $SOCl^2$. Il se forme sans tarder un dérivé solide qui envahit presque tout le mélange et qui disparaît ensuite dès que la première molécule de chlorure de thionyle est versée; on maintient pendant 12 heures à la température de 70° le produit de la

(1) Kirchhoff, *Liebig's Annalen*, t. CCLXXX, 1894, p. 210.

(2) A. Michael et Tissot, *J. pr. Ch.*, t. XLVI, 1892, p. 392. — St Van der Riet, *Dissertation*, 1892, et *Liebig's Annalen*, t. CCLXXX, 1894, p. 216.

(3) G. Darzens, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1314 et 1601.

réaction, puis on verse le tout dans de l'eau. Il se précipite une huile dense qu'on décante soigneusement, on la lave à l'acide chlorhydrique faible pour enlever toute trace de pyridine, puis avec une solution de CO^3Na^2, on sèche sur SO^4Na^2 et l'on rectifie dans le vide.

Le dichlorsuccinate de méthyle ainsi préparé distille à 126° sous 20^{mm} et à 106° sous 4^{mm}. Abandonné à lui-même il ne tarde pas à cristalliser, on peut alors l'essorer et le purifier par cristallisation dans l'alcool méthylique. C'est un corps fondant à 62°-63°, soluble dans le chloroforme et l'éther, peu soluble dans l'alcool, insoluble dans l'eau. Il agit fortement sur la lumière polarisée qu'il dévie à gauche $[\alpha]^{20} = -66°$ (examiné en solution chloroformique contenant 2^g dans $15^{cm^3},25$ de solution).

Nous avons préparé de la même manière le dichlorsuccinate d'éthyle actif; c'est un liquide légèrement huileux, distillant à 116° sous 3^{mm}, mais ne cristallisant pas. Les dosages de chlore se sont toujours montrés un peu faibles par rapport à la théorie, fait qui doit être attribué à une légère décomposition avec perte de HCl pendant la distillation, même sous des vides très réduits.

L'éther tartrique racémique, traité dans les mêmes conditions, nous a permis de préparer un dichlorsuccinate de méthyle inactif, que nous avons le droit de considérer comme étant un isomère inactif par compensation, comme l'éther tartrique dont il dérive. Cet éther distille à 105° sous 3^{mm} et fond nettement à 43°, après avoir été soigneusement purifié par cristallisation; il est différent de l'éther méthylique de l'acide préparé par Kirchhoff, qui fond à 31°,5-32°. Il diffère également de celui décrit par Van der Riet et A. Michael, car l'éther méthylique de cet acide est décrit comme liquide par ces auteurs.

Nous nous trouvons donc en présence d'un troisième isomère inactif, non prévu par les théories stéréochimiques actuelles, qui supposent une mobilité absolue entre les deux carbones asymétriques et excluent, par conséquent, les isoméries dues à des positions relatives, différentes entre ces deux atomes.

Ce nouvel isomère peut s'expliquer en admettant, dans l'acide dichlorsuccinique, la possibilité d'isomère de position entre les deux carbones asymétriques.

De telles considérations ne sont d'ailleurs pas nouvelles, elles ont été déja formulées par I.-H. Anderson [1] pour expliquer le cas d'isomérie de

(1) *Berichte*, t. XXXI, 1898, p. 1432.

l'acide malique des Crassulacées, isomère actif, liquide, nettement différent de la variété cristallisée des baies de sorbier. M. A. Colson a également [1] attiré l'attention sur la possibilité de ces cas d'isomérie.

Tous ces éthers dichlorsucciniques peuvent perdre facilement une molécule d'acide chlorhydrique pour donner naissance à des éthers monochlorfumariques.

Ainsi, par exemple, le dichlorsuccinate d'éthyle actif préparé précédemment, traité au bain-marie par une molécule de diméthylaniline, se transforme intégralement en chlorfumarate d'éthyle distillant à 117° sous 7^{mm}. Il a pu être identifié par l'action de l'hydrate d'hydrazine qui donne la pyrazolone-carbonate d'éthyle fondant à 184°.

Cette transformation est en opposition avec la structure stéréochimique de l'éther dichlorsuccinique actif qui, d'après les vues actuelles, devrait donner la forme maléique. L'explication de cette anomalie nous paraît devoir être la suivante : la molécule HCl éliminée est constituée par les atomes H et Cl fixés sur un même carbone et non sur les deux carbones voisins, comme on l'admet généralement. Il se produit, conformément aux idées de M. Tiffeneau, un dérivé instable à deux valences libre sur un même carbone, qui se transforme ensuite en éther chlorfumarique.

Les éthers monochlorfumariques résistent à l'action ultérieure d'une deuxième molécule de diméthylaniline et ne conviennent pas pour la préparation de l'éther acétylène-dicarbonique.

Cette résistance trouve son explication dans la position fumarique des deux atomes H et Cl restants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide isopropyldiphénylacétique.* Note de Mme Ramart-Lucas, présentée par M. A. Haller.

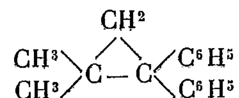
Dans l'oxydation du carbure provenant de la déshydratation du pseudobutyldiphénylcarbinol nous avons obtenu [2] un acide fondant à 173° et répondant à la formule $C^{17}H^{18}O^2$. L'alcool et le carbure qui en dérivent par déshydratation étant tous deux en C^{17}, le fait d'obtenir un acide à

[1] A cause de l'importance théorique toute spéciale de ces nouveaux cas d'isomérie, nous nous proposons de reprendre avec soin le travail de Kirchhoff, afin d'en vérifier l'exactitude et de comparer directement son acide avec le nôtre.

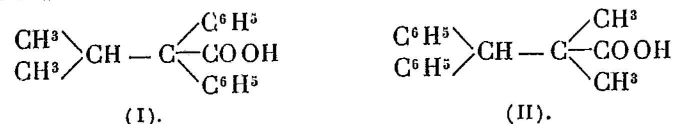
[2] Ramart-Lucas, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1088.

même nombre d'atomes de carbone nous paraissait *a priori* surprenant. Aussi avons-nous pensé qu'une étude plus approfondie de cet acide ainsi que sa synthèse nous permettrait de fixer la constitution du carbure dont il dérive. Malheureusement nous ne sommes pas arrivée au but que nous nous proposions. La matière première étant rare, son étude n'a pu être poussée très loin.

Acide en $C^{17}H^{18}O^2$. — Cet acide donne un sel d'argent répondant à la formule $C^{17}H^{17}O^2Ag$ et, lorsqu'on le traite par du chlorure de thionyle, un chlorure $C^{17}H^{17}OCl$ fondant à 95°-96°. Si dans la solution éthérée de ce chlorure acide on fait passer un courant d'ammoniac, on obtient une amide $C^{17}H^{17}ONH^2$ se présentant sous la forme de fines aiguilles fondant à 149°, solubles dans l'éther et l'alcool. L'acide est donc un acide carboxylé et, en admettant que dans sa structure deux groupes CH^3 soient conservés intacts, nous pouvons en écrire la formule $C^2H(C^6H^5)^2(CH^3)^2COOH$. D'autre part, si l'on considère un noyau triméthylénique dans la molécule du carbure qui lui a donné naissance



on peut concevoir la formule d'un acide $C^{17}H^{18}O^2$ en admettant une ouverture du noyau triméthylénique par hydratation et oxydation de l'alcool primaire ainsi formé. Suivant l'endroit où se ferait la rupture, on aurait les deux acides suivants :

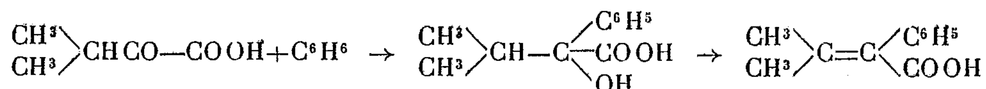


L'acide ββ-diphényl-αα-diméthylpropionique (I) a déjà été préparé par Nef [1] et fond à 134°-135°; il n'est donc pas identique à l'acide que nous cherchons. La synthèse de l'acide isopropyldiphénylacétique (II) fera l'objet de la présente Note.

Synthèse de l'acide isopropyldiphénylacétique. — I. *Essai de synthèse par condensation du benzène sur l'acide diméthylpyruvique.* — Cette réaction a été faite suivant les indications de Bottinger [2] en substituant à

(1) Nef, *Chem. Centr. Blat.*, 1re série, 1905, p. 610.
(2) Bottinger, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XIV, p. 1595.

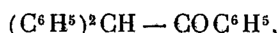
l'acide pyruvique ordinaire de l'acide diméthylpyruvique. Nous avons obtenu ainsi un acide fondant à 150°-151°, répondant à la formule $C^{11}H^{12}O^2$, que nous avons identifié avec l'acide diméthylatropique déjà préparé par M. Blaise (1). La condensation s'est donc faite entre une molécule d'acide diméthylpyruvique et une molécule de benzène avec élimination d'eau :



II. *Essai de synthèse en isopropylant la diphénylacétophénone sodée.* — Nous espérions arriver à cet acide, en faisant agir l'iodure d'isopropyle sur la diphénylacétophénone sodée par la méthode de MM. Haller et Bauer, et en dédoublant la cétone ainsi obtenue par l'amidure de sodium.

La diphénylacétophénone est depuis longtemps connue sous sa forme énolique (triphénylvinylcarbinol) (2) fondant à 137° et a été notamment préparé par Klingsmann (3), en faisant réagir le chlorure de l'acide diphénylacétique sur le benzène et Al^2Cl^6 en solution dans CS^2. Il signale avoir obtenu dans cette réaction du triphénylméthane à côté de petites quantités du produit fondant à 137°.

Nous avons repris cette préparation et nous l'avons étudiée systématiquement. Nous avons ainsi trouvé qu'en opérant la condensation au sein du benzène (sans CS^2) à froid, on obtenait, à côté d'un peu de di- et triphénylméthane, du triphénylvinylcarbinol fondant à 137° avec des rendements de 55 à 75 pour 100. En faisant la condensation à chaud, on obtient par contre, à côté du di- et triphénylméthane, un composé fondant à 93°-94°, isomère du triphénylvinylcarbinol, ce dernier se trouvant également en petite quantité dans les produits de réaction. Cet isomère donne un oxime fondant à 180°, alors que le triphénylvinylcarbinol n'en donne pas; nous pouvons donc le considérer comme son isomère cétonique



$$(C^6H^5)^2CH - COC^6H^5,$$

déjà préparé par Kohler (4) par une tout autre voie. La condensation du

(1) BLAISE et COURTOT, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. CXXXVI, 1906, p. 595.

(2) DELACRE, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIII, p. 858. — O. SAINT-PIERRE, *Ibid.*, t. V, p. 292. — A. COLLET, *Ibid.*, t. XV, p. 22. — ANSCHUTZ et FORSTER, *Ann.*, t. 258, p. 92.

(3) KLINGSMANN, *Ann.*, t. 275, p. 88.

(4) KOHLER, *Am. Journ.*, t. XXXVI, 1905, p. 177-195. Kohler donne 92° comme point de fusion de la cétone et 183° comme point de fusion de l'oxime.

chlorure de l'acide diphénylacétique sur le benzène en présence de Al^2Cl^6 conduit donc, suivant les conditions dans lesquelles on se place, soit à la forme énolique, soit à la forme cétonique du benzoyldiphénylméthane.

Dans le but d'isopropyler cette cétone, nous l'avons traitée par de l'amidure de sodium en solution benzénique et toluénique. Qu'on parte de l'isomère fondant à 137°, ou de l'isomère fondant à 94°, l'amidure de sodium a toujours agi sur ces cétones en les dédoublant en diphénylméthane et amide benzoïque. Il est probable que la cétone se transpose dans ces conditions en sa forme énolique qui, elle, se scinde par l'action de l'amidure de sodium.

III. *Synthèse en isopropylant le nitrile de l'acide diphénylacétique.* — N'étant pas arrivés au but que nous poursuivions par les méthodes précédentes, nous nous sommes adressés au nitrile de l'acide diphénylacétique qui, traité par l'amidure de sodium au sein du benzène, se sode très facilement avec dégagement de NH^3. L'iodure d'isopropyle réagissant sur ce dérivé sodé donne le nitrile de l'acide isopropyldiphénylacétique, liquide épais distillant à 193°-195° sous 15^{mm}. La saponification en tube scellé par un mélange d'acide acétique et chlorhydrique nous a donné l'acide cherché, cristaux fondant à 163°, à côté de son anhydride fondant à 166°. Il se forme dans cette réaction encore un autre produit neutre, répondant à la formule $C^{16}H^{16}O^2$, fondant à 109°-110° dont nous n'avons pas encore terminé l'étude. L'acide isopropyldiphénylacétique ne s'est donc pas montré identique avec l'acide fondant à 173° dont nous cherchions à faire la synthèse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les matières chromogènes et les substances azotées contenues dans les corps gras.* Note de M. G. **Bouchard**, présentée par M. Haller.

Si, après avoir saponifié par une lessive de soude un corps gras quelconque, on ajoute à la masse pâteuse qui s'est formée un excès de cette même base, le savon, devenu insoluble, se rassemble en grumeaux qui surnagent. La liqueur alcaline sous-jacente a une couleur jaune brunâtre, et si, après avoir enlevé le savon, on la neutralise avec un acide minéral, des matières brunes, d'aspect gélatineux, montent à la surface du liquide.

Ces produits colorés sont très riches en bases minérales et en acides gras ordinaires. Lorsqu'on en a séparé les premières par l'acide chlorhydrique étendu et les seconds par l'éther de pétrole, il ne reste que très peu de matières chromogènes. J'ai dû traiter

des centaines de kilogrammes de corps gras divers pour en obtenir quelques grammes, souvent même quelques décigrammes.

La masse chromogène, épuisée par l'éther de pétrole, était en partie soluble dans l'éther ordinaire. Par addition d'éther de pétrole, il se formait un précipité qui, recueilli, dissous de nouveau dans l'éther et purifié par des précipitations successives, était desséché dans un gaz inerte.

La substance ainsi obtenue avait, presque toujours, une composition très voisine de

$$C = 70 \text{ pour } 100, \quad H = 9 \text{ pour } 100, \quad O = 21 \text{ pour } 100.$$

Ces nombres sont approximativement ceux que donne le calcul pour un corps de formule $C^{18}H^{28}O^{4}$.

Cette substance est acide aux réactifs colorés, brune, poisseuse, facilement soluble dans les solutions alcalines froides et étendues ainsi que dans l'alcool, l'acétone et l'acide acétique. Ce n'est pas une véritable matière colorante. Elle jouit de propriétés réductrices faibles et donne avec la phénylhydrazine des composés riches en azote, ce qui indique l'existence dans sa molécule du groupe CO des cétones. Elle fixe à chaud un poids de potasse bien supérieur à celui qui suffit pour la neutraliser à froid.

Chauffée à 100° au contact de l'air, elle absorbe de l'oxygène et perd de l'hydrogène.

Le résidu des épuisements successifs par l'éther de pétrole, puis par l'éther, se dissout presque entièrement dans l'alcool. Par dessiccation dans un courant d'acide carbonique, on obtient une sorte de vernis noir, cassant, azoté. Cette substance paraît être un simple mélange d'acides plus riches en oxygène que celui dont il est parlé plus haut, et de corps azotés également acides. Sa composition n'est pas la même pour tous les corps gras examinés.

Le dosage de l'azote, en particulier, pratiqué sur 18 échantillons, a donné des résultats compris entre 0,5 et 3,8 pour 100.

Ayant reconnu l'existence de l'azote dans tous les corps gras dont j'avais séparé les matières chromogènes j'étais amené naturellement à rechercher si ce fait était général, et à déterminer en quelles proportions cet élément se trouvait dans les matières grasses elles-mêmes. J'utilisai pour atteindre ce but la méthode de Kjeldahl. J'opérais sur 5^{g} de corps gras et, pour éviter toute cause d'erreur, j'avais soin de vérifier fréquemment la pureté des réactifs employés et de faire, avant chaque dosage, bouillir la solution de soude jusqu'à ce qu'elle ne dégageât plus d'ammoniaque.

Les corps gras eux-mêmes, comme tous ceux d'ailleurs dont il est parlé dans ce travail, étaient soigneusement filtrés pour enlever les impuretés qui pouvaient s'y trouver en suspension.

Les dosages ont porté sur plus de 100 matières grasses. J'avais préparé

au laboratoire le quart environ de ces produits, les autres étaient fournis par l'industrie. Tous contenaient quelques dix-millièmes d'azote.

Cet élément existe en quantité plus forte dans des graisses animales que dans les huiles végétales, mais sans jamais dépasser de beaucoup $\frac{5}{10000}$ pour les premières, ni descendre sensiblement au-dessous de $\frac{1}{10000}$ pour les secondes, même chez celles qui ont subi des traitements violents par la soude ou l'acide sulfurique.

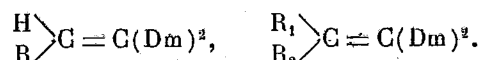
L'examen des matières chromogènes est venu confirmer les résultats des dosages qui, en raison de la faible quantité d'azote qu'ils décelaient auraient pu laisser place au doute. J'ai constaté en effet, par des réactions qualitatives tout à fait nettes, la présence de l'azote dans les matières chromogènes retirées de 23 huiles et graisses. Je l'avais, comme on l'a vu plus haut, dosé dans 18 autres et trouvé des nombres supérieurs à 0,5 pour 100.

Je crois donc pouvoir conclure à la présence de l'azote dans tous les corps gras.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Leucobases et colorants du diphényléthylène; préparation de quelques dérivés éthyléniques amido-alcoylés.* Note de M. P. Lemoult, présentée par M. Jungfleisch.

M. Busignies a indiqué (*Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 348), après MM. Freund et Mayer, qui avaient signalé cette réaction pour les deux premiers termes (*Berichte*, t. XXXIX, 1906, p. 1118), qu'on obtient des corps éthyléniques quand on fait réagir les organo-magnésiens de Grignard sur les cétones cycliques *p*-amido-alcoylées, comme la cétone de Michler (*Thèse de Doctorat*, Lille, 1911).

Ayant remarqué que ces corps donnent, quand on les traite en liqueur acétique étendue par du nitrite de sodium, de très belles colorations, puis des teintures très corsées (*Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 606), j'ai eu besoin, pour préciser quelques points relatifs à cette formation de colorants, de préparer de nouveaux composés de cette même série, mais de deux types différents



$$\begin{matrix}H\\R\end{matrix}\!\!>C=C(Dm)^2, \qquad \begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>C=C(Dm)^2.$$

que j'ai mentionnés rapidement aux *Comptes rendus* (t. 152, 1910, p. 962); la présente Note donne quelques détails sur ces corps nouveaux.

Leur préparation n'exige pas de précautions spéciales; cependant, comme il se forme presque toujours un carbure aux dépens du dérivé halogéné, et de l'hydrol aux dépens de la cétone de Michler, il est bon de séparer l'excès de magnésium qui n'a pas réagi au cours de la préparation de l'organo-magnésien. A ce composé en solution éthérée, la cétone est ajoutée en cinq ou six fois, puis on chauffe à l'ébullition pendant 8 à 10 heures, rarement davantage. Une précaution importante, et qui facilite beaucoup les opérations ultérieures, consiste à éliminer de suite la presque totalité de cétone qui n'a pas réagi; pour cela les liqueurs chlorhydriques étendues, résultant de l'action de l'eau acidulée sur les préparations en milieu éthéré, sont traitées avec précaution par une solution d'acétate de sodium. La cétone, très faiblement basique, précipite toujours la première; son état cristallin permet de suivre les progrès de l'opération et de voir à quel moment apparaissent d'autres précipités toujours amorphes; on ajoute alors de l'acide acétique pour redissoudre ces derniers, et l'on sépare par filtration; au besoin la cétone récupérée est purifiée par un second traitement identique et la liqueur acide qui résulte de ce second traitement est ajoutée à celle que la première séparation a fournie. La liqueur acide ainsi obtenue est alors additionnée d'un excès d'ammoniaque qui donne une précipitation de composés basiques dont on essaie, après séchage, la séparation et la purification.

Dans la plupart des cas, ces produits bruts contiennent : 1° une portion soluble dans l'alcool où l'on trouve les composés éthyléniques cherchés; 2° une faible partie, insoluble dans l'alcool, restant sous forme de poudres grisâtres que je n'ai pas encore étudiées. Dans aucun des cas que je vais décrire je n'ai pu isoler de composés alcooliques correspondant à la formule : $>CH - C(OH)(Dm)^2$ [Dm représente $- C^6H^4Az(CH^3)^2$]. Les rendements sont en général très faibles, à cause de la formation de produits pâteux rebelles aux séparations et cristallisations :

1° *Réaction avec l'iodure de propyle normal* $CH^3 - CH^2 - CH = C(Dm)^2$, point de fusion 47°,5.

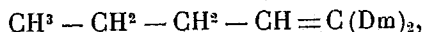
41^g d'iodure + 5^g,8 de magnésium + 45^g de cétone de Michler; de la masse pâteuse obtenue après neutralisation par l'ammoniaque, l'alcool, qui donne un résidu de 1^g,5, extrait environ 10^g d'un corps cristallisé formé de petites aiguilles blanches, dont l'analyse donne : C pour 100 : 81,24; H pour 100 : 8,86; Az pour 100 : 9,90. Calculés pour $C^{20}H^{26}Az^2$: 81,63; 8,84 et 9,52.

2° *Réaction avec l'iodure d'isopropyle* $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}>C = C(Dm)^2$, point de fusion 89°.

Mêmes proportions que ci-dessus; on retrouve 10^g de cétone non transformée et l'on isole 2^g du composé insoluble dans l'alcool, ainsi que 10^g environ d'une substance, soluble dans l'alcool, formée de cristaux, gros et courts, légèrement gris verdâtre;

c'est le composé cherché, comme le montre l'analyse qui donne : C pour 100 : 81,12 ; H pour 100 : 8,85 ; Az pour 100 : 9,49. Calculés pour $C^{20}H^{26}Az^2$: 81,63 ; 8,85 et 9,53.

3° *Réaction avec l'iodure du butyle normal primaire*



$$CH^3 - CH^2 - CH^2 - CH = C(Dm)_2,$$

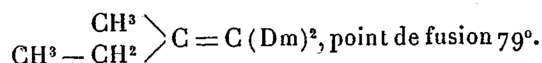
point de fusion 50°, 5.

50g d'iodure + 5g,5 de magnésium + 35g de cétone dont on retrouve 8g ; la précipitation à l'ammoniaque donne un produit pâteux à forte odeur butyrique, qu'on lave à la soude, et qui, traité ensuite par l'alcool, donne un insoluble pesant 1g,5 et 22g du composé cherché sous forme de très belles aiguilles blanches de 5mm à 6mm de longueur et dont l'analyse a donné : C pour 100 : 81,69 ; H pour 100 : 9,32 ; Az pour 100 : 9,11. Calculés pour $C^{21}H^{28}Az^2$: 81,82 ; 9,09 et 9,09.

4° *Réaction avec l'iodure primaire d'isobutyle* $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH - CH = C(Dm)^2$.

93g d'iodure + 12g de magnésium (dont on retrouve 1g) + 65g de cétone dont 11g restent inutilisés. Bien que conduite comme les précédentes, cette opération présente des singularités ; il se fait une portion notable de carbure et surtout il se dépose un corps qui cristallise dans l'alcool sous forme de belles aiguilles mordorées très riches en iode, dont l'étude n'est pas terminée. La précipitation ammoniacale ordinaire donne une huile fluide qui, par ébullition en présence d'alcool, se sépare en deux portions, l'une insoluble pesant 9g, l'autre soluble, mais de laquelle je n'ai pu isoler aucun composé cristallisé ; cependant, la présence d'un corps éthylénique analogue au précédent (type I) n'y paraît pas douteuse, puisque cette portion donne, avec le nitrite en liqueur acétique étendue, une très belle coloration bleue intense. Dans cette réaction, dont je continue l'étude, la production d'hydrol a été particulièrement abondante et je l'ai caractérisé par la formation de leucobase du violet hexaméthylé.

5° *Réaction avec l'iodure secondaire du butyle normal*



$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 - CH^2 \end{matrix}\!\!>C = C(Dm)^2, \text{ point de fusion } 79°.$$

50g d'iodure + 5g,5 de magnésium (dont 2g sont inutilisés) + 25g de cétone Michler (dont on retrouve 13g intacts). L'alcool agissant sur les produits basiques donne 2g d'insoluble et environ 5g à 6g du composé cherché, sous forme de beaux cristaux gros et courts, très légèrement colorés en jaune : C pour 100 : 81,24 ; H pour 100 : 9,28 ; Az pour 100 : 9,27.

Les composés éthyléniques obtenus dans les préparations 1°, 2°, 3° et 5°, se dissolvent à froid dans l'acide acétique avec de faibles colorations qui deviennent beaucoup plus intenses, du bleu vert au bleu violacé, après chauffage de quelques minutes au bain-marie. Les solutions acétiques

froides donnent toutes de très belles colorations avec un peu de bioxyde de plomb; ces mêmes solutions, fortement étendues d'eau, donnent, avec le nitrite, les réactions que j'ai déjà indiquées (*Comptes rendus*, t. 152, p. 962).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques glycols cyclopentaniques.* Note [1] de MM. **Marcel Godchot** et **Félix Taboury**, transmise par M. Jungfleisch.

Dans le cours de nos recherches sur les dérivés cyclopentaniques [2], nous nous sommes demandé s'il y avait possibilité, dans cette série, d'obtenir des glycols isomériques, comparables à ceux signalés par M. Brunel et par M. Leroux dans les séries du cyclohexane [3] et des hydronaphtalines [4]. Cette Note a pour but de faire connaître l'existence de deux diols cyclopentaniques 1.2; nous avons réussi, en outre, à préparer un diol cyclopentylcyclopentanique.

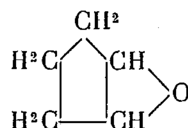
Glycols cyclopentaniques. — Meiser [5], en traitant le dibromure de cyclopentyle, $C^5H^8Br^2$, par une solution de carbonate de potassium, a obtenu un diol, $C^5H^8\begin{cases}OH\ (1)\\OH\ (2)\end{cases}$, fusible à 48°, bouillant à 126° sous 12^mm^ et donnant une diphényluréthane dont le point de fusion est 211°-212°. Nous avons préparé ce même glycol par deux autres procédés :

1° En faisant agir l'acétate d'argent sur le dibromure de cyclopentyle, préparé par l'action du brome sur le cyclopentène, et en saponifiant l'éther diacétique ainsi obtenu par la potasse alcoolique. Nous avons isolé ainsi un glycol, $C^5H^8\begin{cases}OH(1)\\OH(2)\end{cases}$, fusible vers 46°-47°, bouillant à 130° sous 20^mm^ et dont la diphényluréthane fond à 211°-212°.

2° En hydratant l'éther-oxyde interne, C^5H^8O, obtenu en traitant, par la potasse, l'iodhydrine $C^5H^8\begin{cases}I(1)\\OH(2)\end{cases}$. Celle-ci se prépare par l'action de l'iode et de l'oxyde jaune de mercure sur le cyclopentène; le produit de cette réaction est traité directement par de la potasse récemment fondue et pulvérisée; on abandonne le tout pendant 48 heures en agitant fréquemment; au bout de ce temps, la liqueur éthérée est isolée,

(1) Présentée dans la séance du 28 mai 1912.
(2) *Ann. de Phys. et de Chim.*, mai 1912.
(3) *Thèse de Doctorat*, Faculté des Sciences, Paris, 1905.
(4) *Thèse de Doctorat*, Faculté des Sciences, Paris, 1910.
(5) *Berichte der deut. chem. Gesell.*, 1899, p. 2049.

puis distillée; la portion, bouillant à 101°-102°, constitue l'éther-oxyde



L'hydratation de ce composé par l'eau s'effectue très régulièrement en chauffant pendant 4 heures, à 125°, 5g du produit avec 2g,5 d'eau. Par distillation dans le vide du produit de la réaction, on isole un glycol, $C^5H^8 \langle {OH(1) \atop OH(2)}$, fusible vers 46°, bouillant à 130° sous 20mm et dont la diphényluréthane fond à 211°-212°.

De ces faits il résulte que le glycol de Meiser est identique à celui obtenu par l'un ou l'autre des deux procédés indiqués plus haut; de plus, notre dernier mode d'obtention montre que ce diol doit être l'isomère *cis*, puisqu'il résulte de l'hydration de l'éther-oxyde interne.

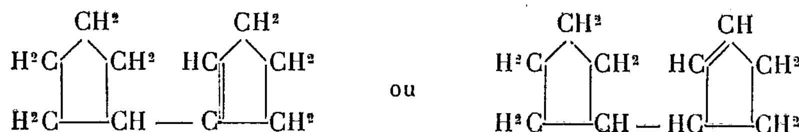
Nous avons réussi à préparer un autre glycol, stéréo-isomère du précédent, en oxydant le cyclopentène par le permanganate de potassium, suivant la méthode de Wagner (1). Ce composé, qui répond à la formule $C^5H^8(OH)^2$, bout à 130° sous 20mm, fond à + 10°, et donne une diphényluréthane fusible à 195°. Ce diol, différent du précédent, doit constituer l'isomère *cis-trans*.

De l'ensemble de ces résultats on peut conclure que, dans la série du cyclopentane, il existe deux glycols stéréo-isomères *cis* et *cis-trans*, comme dans les séries du cyclohexane et des hydronaphtalines, mais nous n'avons pu constater la formation de combinaison *cis* + *cis-trans* analogue à celles signalées par M. Leroux (2).

Glycolcyclopentylcyclopentanique : $C^5H^9 - C^5H^7 \langle {OH(1) \atop OH(2)}$. — Dans une précédente Communication (3), nous avons fait connaître l'α-cyclopentylcyclopentanol, $C^5H^9 - C^5H^8OH$. La déshydration de cet alcool par distillation sur du chlorure de zinc fondu nous a fourni, avec un excellent rendement, un nouveau carbure éthylénique, le cyclopentylcyclopentène, $C^5H^9 - C^5H^7$, qui peut posséder l'une ou l'autre des deux formules de

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCCII, p. 21.
(2) *Thèse de Doctorat*, Faculté des Sciences, Paris, 1910.
(3) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1010.

constitution suivantes :



Ce carbure, qui est liquide, bout à 190° à la pression ordinaire ; sa densité à 18° est égale à 0,9183 ; son indice de réfraction à la même température est de 1,4953, ce qui donne comme réfraction moléculaire 43,19 (R. M. calculée = 43,53).

Le cyclopentylcyclopentène, traité par le brome en présence de bromure d'aluminium, nous a fourni un dérivé bromé qui, d'après l'analyse, répond à la formule $C^{10}H^{4}Br^{6}$; ce composé fond à 308°-309°.

Le dérivé dibromé $C^{5}H^{9} - C^{5}H^{7}Br^{2}$ s'obtient très facilement par l'action du brome sur le carbure, dissous dans le sulfure de carbone ; il fond à 160°. Traité par le carbonate de potassium, il nous a fourni le glycol cyclopentylcyclopentanique, bouillant à 189°-190° sous la pression ordinaire, fusible à 87°-88°, à odeur mentholée, très soluble dans l'éther, la benzine, l'alcool ordinaire ; ce glycol doit être le glycol-*cis*, car nous avons pu le reproduire en traitant le cyclopentylcyclopentène par l'iode et l'oxyde de mercure et en décomposant l'iodhydrine formée par la potasse. L'oxydation par le permanganate de potassium du même carbure ne nous a fourni aucun dérivé défini.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'évolution de l'azote, du phosphore et du soufre au cours de la végétation de l'orge.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Armand Gautier.

I. Il y a bien des années, Isidore Pierre avait signalé ce fait que, chez le blé, les poids de la matière sèche et des cendres diminuaient entre l'époque de la floraison et celle de la maturité. Dans une longue série d'expériences très bien conduites, Joulie (¹) a repris la question et montré que cette règle était générale pour toutes les céréales. Ces végétaux perdent, *suivant l'espèce cultivée*, des quantités variables d'éléments minéraux indispensables ; toutefois, ces pertes sont extrêmement irrégulières, quant à tel ou tel élément

(¹) *Monit. scient.*, 4e série, t. VIII, 1894, p. 641, 731, 807, 886.

considéré; souvent, au lieu d'une perte, on observe un gain. Cependant, la perte est *absolument constante* en ce qui concerne les alcalis : potasse et soude.

II. L'échantillonnage d'une plante, surtout celui des céréales, étant une manipulation délicate, je me suis proposé, tout en opérant dans des conditions naturelles, de vérifier quelle était la nature des pertes salines, chez *l'orge* en particulier, aux diverses époques de la végétation, en procédant de la façon suivante, qui me paraît offrir toute garantie d'exactitude : sur une parcelle du champ d'expérience de Noisy-le-Roi, d'une surface de 20^{m^2}, aussi homogène que possible, j'ai semé, le 28 mars 1911, des graines d'orge de Moravie en lignes distantes de 10^{cm}, chaque graine étant disposée à 10^{cm} de la voisine, de façon à obtenir un développement vigoureux et, surtout, à permettre un échantillonnage facile en comptant le nombre de pieds que l'on soumettait à l'analyse. Dans chaque prise d'essai, faite à divers endroits de la parcelle ensemencée, j'ai prélevé 100 pieds; le nombre des tiges de chacun d'eux a varié de 4 à 7; la moyenne était de 530 tiges. On aurait pu, sans doute, prélever des pieds ayant rigoureusement même nombre de tiges, mais rien n'autorise à croire qu'à égalité du nombre des tiges corresponde un développement identique dans tous les cas. Le quatrième prélèvement s'adresse à des plantes arrivées à maturité complète et bonnes à récolter; j'ai voulu, néanmoins, me rendre compte des effets produits par une dessiccation prolongée sur place, et j'ai effectué un cinquième prélèvement, treize jours plus tard, sur des plantes fortement desséchées et ayant perdu quelques feuilles. Le phosphore et le soufre totaux, que j'ai calculés en acide phosphorique et acide sulfurique, ont été dosés en traitant à chaud, pendant 20 heures, un poids connu de matière sèche par l'acide nitrique fumant pur, additionné de 2^g de nitrate de potassium (procédé Joulie).

Le Tableau ci-après renferme seulement les résultats relatifs aux éléments acides : azote, acide sulfurique, acide phosphorique.

Dans 100 *pieds d'orge.*

		Poids de matière séchée à 110°.	Azote total.	PO^4H^3.	SO^3.
I. 10 juin 1911. Épis apparents.	Racines...........	51,6 g	0,273 g	0,154 g	0,165 g
	Tiges et feuilles....	558,3	6,755	4,522	3,517
	Total......	609,9	7,023	4,676	3,682
II. 23 juin. Début de la floraison.	Racines...........	50,9	0,290	0,203	0,178
	Tiges et feuilles....	884,6	8,403	5,926	3,273
	Total......	935,5	8,693	6,129	3,451
III. 7 juillet. Début de la maturation.	Racines...........	37,9	0,200	0,110	0,125
	Tiges et feuilles....	574,8	3,851	1,896	3,276
	Épis..............	427,6	6,371	4,874	1,582
	Total......	1040,3	10,422	6,880	4,983

		Poids de matière séchée à 100°.	Azote total.	PO^4H^3.	SO^3.
IV. 20 juillet. Maturation complète.	Racines...........	39,2 g	0,196 g	0,081 g	0,156 g
	Tiges et feuilles....	449,0	2,020	0,907	3,187
	Épis..............	628,0	10,173	6,154	1,884
	Total......	1116,2	12,389	7,142	5,227
V. 2 août. Maturation dépassée.	Racines...........	32,08	0,160	0,064	0,150
	Tiges et feuilles,...	390,5	1,601	0,870	2,889
	Épis..............	569,5	8,599	6,207	2,050
	Total......	992,08	10,360	7,141	5,089

III. D'après les chiffres de ce Tableau la *matière sèche* a augmenté de façon régulière jusqu'à maturité complète (20 juillet). Le 2 août, après maturité dépassée, le poids de la matière sèche de la plante totale avait diminué de 11,2 pour 100; cette perte doit, en grande partie, être mise sur le compte d'une combustion respiratoire, l'assimilation chlorophyllienne étant à ce moment complètement suspendue. De plus, un certain nombre de feuilles étaient tombées. Le *poids de l'acide phosphorique* croît régulièrement jusqu'à l'époque de la maturité, entre la quatrième et la cinquième prise d'échantillon; il ne subit même aucun déchet. L'*acide sulfurique* se comporte de façon identique jusqu'au 20 juillet; entre cette date et le 2 août, il diminue faiblement (2,7 pour 100). Le phosphore et le soufre engagés dans les molécules organiques (lécithines, nucléines, albuminoïdes) existent dans le végétal sous une forme insoluble dans l'eau et non diffusible. En outre, le phosphore que

contient encore la plante à l'état de phosphates minéraux doit vraisemblablement ne s'y rencontrer que sous forme de sels de calcium et de magnésium, c'est-à-dire sous forme insoluble; c'est ce qui expliquerait pourquoi, dans le cas présent, le phosphore ne subit pas de déchet, même à maturité dépassée. Joulie a indiqué pour l'orge des résultats analogues.

Le *poids de l'azote* augmente régulièrement jusqu'à l'époque de la maturité; au delà, il subit une perte notable (16,4 pour 100). Dans les expériences de Joulie, *la moyenne* des dosages exécutés sur la plante à floraison et sur la plante à maturité fournit des chiffres d'azote total très voisins, alors que Wilfarth, Römer et Wimmer (1) trouvent un déficit de 25 pour 100, environ, entre ces deux époques.

En résumé, les éléments acides que j'ai dosés présentent un poids maximum à l'époque de la maturité complète; il n'en est pas de même des alcalis, ainsi que je le montrerai.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de l'action hémolytique du sérum d'anguille.* Note de MM. **L. Camus** et **E. Gley**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Depuis l'époque où nous avons découvert la puissante action hémolytique du sérum d'anguille et l'action antagoniste du sérum des animaux immunisés contre l'ichtyotoxine (2), l'étude des phénomènes d'hémolyse et d'antihémolyse a pris le plus grand développement. Contrairement aux idées qu'ont imposées surtout les travaux de Bordet et ceux d'Ehrlich sur les sérums hémolytiques en général, nous avons toujours admis que le sérum d'anguille exerce une action hémolytique *directe*, c'est-à-dire que l'hémolyse qu'il détermine se produit suivant un mécanisme simple, non séparable en deux facteurs (*sensibilisatrice et complément*) ayant réciproquement besoin, pour provoquer l'effet globulicide, de leur influence respective (3).

(1) *Landwirtsch. Versuchs-Stationen*, t. LXIII, 1906, p. 1.

(2) L. Camus et E. Gley : *De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale* (*Comptes rendus*, t. 126, 31 janvier 1898, p. 128). — *Recherches sur l'action physiologique du sérum d'anguille. Contribution à l'étude de l'immunité naturelle et acquise* (*Arch. intern. de Pharmacodynamie*, 1898, t. V, p. 247-305).

(3) Hans Sachs (*Antigene tierischen Ursprunges*, in *Handbuch der Technik und*

Nous réunissons et groupons ici les différentes séries d'expériences que nous avons eu maintes fois l'occasion de faire à ce sujet et dont nous n'avions pas encore présenté l'ensemble.

1° *Le sérum d'anguille qui hémolyse rapidement le sang du lapin agit avec une égale activité sur les globules lavés.*

Le sérum d'anguille manifeste toute son activité sur les globules de lapin soigneusement lavés, cinq ou six fois de suite, dans l'eau salée à 8 pour 1000, c'est-à-dire débarrassés complètement de toutes les substances de leur plasma. L'expérience comparative a toujours été réalisée et l'action du même sérum d'anguille sur les globules non lavés du même lapin s'est montrée identique. On peut faire l'expérience de façon très démonstrative : on soumet un échantillon de sang à huit centrifugations successives; à chaque centrifugation on prélève une gouttelette de globules sur lesquels on fait agir chaque fois la même quantité de sérum d'anguille; chaque fois, l'action hémolytique a été la même. — On peut se servir pour cette expérience de globules de lapin préalablement et fortement immunisé contre le sérum d'anguille; ces globules sont lavés avec soin; ils sont également détruits par le sérum aux mêmes dilutions. Quelquefois, il est vrai, on trouve des globules qui ont, de par l'immunisation, acquis une résistance propre (¹); les lavages répétés ont certainement enlevé toute l'antitoxine qu'ils pouvaient retenir, ils n'en résistent pas moins à l'action hémolytique; mais c'est là un cas particulier, facile à reconnaître.

La propriété hémolytique du sérum d'anguille est donc indépendante de la présence du plasma sanguin qui baigne les globules sur lesquels il agit et les constituants de ce plasma ne paraissent rien ajouter à son action.

2° *Le chauffage à 58° qui supprime l'action hémolytique du sérum d'anguille ne fait pas disparaître cette propriété en détruisant une alexine analogue à celle des sérums de cobaye et de lapin.*

Le sérum d'anguille, chauffé 15 minutes à 58°, a perdu tout pouvoir hémolytique sur les globules rouges du lapin. En ajoutant à ce sérum du sérum frais de lapin, c'est-

---

Methodik Immunitätsforchung, t. I, Iéna, 1908, p. 248) a considéré les poisons des crapauds et des araignées comme des « hémotoxines pures » (c'est ce que nous appelons hémolysines directes), et il tend aussi à ranger dans cette catégorie le sang d'anguille: « Zu den echten tierischen Toxinen wäre schliesslich noch das Gift des Aalblutes (Ichthyotoxin) zu rechnen » (*loc. cit.*, p. 274). Dans son remarquable article *Hémolyse* (1909) du *Diction. de physiologie* de Richet, Nolf présente la même thèse : « La substance toxique du sérum d'anguille semble être simple. On n'a pu jusqu'ici la scinder en un anticorps (sensibilisatrice) et un complément » (*loc. cit.* p. 457).

(¹) L. Camus et E. Gley, *loc. cit.*, et aussi H. Kossel, *Berl. klin. Wochens.*, 14 février 1898.

à-dire le complément duquel on peut penser qu'il a été privé par le chauffage, on ne voit jamais reparaître le pouvoir hémolytique. Le mélange des deux sérums ne détermine qu'une très légère hémolyse après 24 heures, identique à celle qui se produit au bout du même temps dans un tube témoin (globules de lapin dans l'eau salée à 8 pour 1000), et beaucoup moins forte que celle qui se produit dans le sérum du lapin normal.

In vivo, du reste, l'injection à des lapins de sérum d'anguille chauffé, à la dose de $0^{cm^3},4$ par kilogramme d'animal (dose hypertoxique de sérum non chauffé), mélangé avec 4^{cm^3} de sérum de lapin, ou même à la dose de $0^{cm^3},7$ par kilogramme également additionné de 2^{cm^3} ou de 4^{cm^3} de sérum de lapin, ne provoque aucun accident. Ainsi l'alexine de ce sérum est incapable de réactiver le sérum d'anguille chauffé.

Les globules de lapin mis en contact avec du sérum d'anguille chauffé ne dévient pas le complément.

Les globules de lapin mis en contact avec du sérum d'anguille chauffé, qui ne sont pas hémolysés par addition de sérum de cobaye normal, ne fixent pas l'alexine de ce sérum. En effet, si à des globules de lapin restés en contact avec du sérum d'anguille chauffé, puis additionné de sérum normal de cobaye, on ajoute des globules de mouton sensibilisés au sérum antimouton, ces derniers globules se détruisent dans ce mélange comme en présence de sérum de cobaye seul. Les doses de sérum de cobaye employées pour cette recherche ont été reconnues par des expériences préalables comme juste suffisantes pour hémolyser les globules de mouton sensibilisés.

Enfin, le sérum d'anguille n'est pas hémolytique parce que son alexine est plus active que l'alexine des autres sérums.

En effet, des globules de mouton, sensibilisés avec du sérum antimouton chauffé, ne sont pas détruits plus activement par le sérum d'anguille que des globules non sensibilisés; la limite inférieure de l'activité du sérum est à peu près la même dans les deux cas. On doit donc admettre que l'alexine du sérum d'anguille n'est pas plus active que l'alexine du sérum de cobaye ou du moins qu'elle est de nature différente et qu'elle ne peut être identifiée avec celle-ci.

3° *Dans le sérum d'anguille chauffé il ne reste pas de sensibilisatrice* (1). *On ne peut du moins sensibiliser des globules de lapin par un contact plus ou moins prolongé avec ce sérum préalablement porté à 58° pendant un quart d'heure; ils ne sont nullement détruits quand on les met en contact avec du sérum de cobaye ou de lapin.*

Des globules de lapin, lavés dans l'eau salée à 8 pour 1000 à cinq ou six reprises, puis sensibilisés par du sérum d'anguille chauffé (à 58° pendant un quart d'heure) et centrifugés, ne sont nullement détruits quand on les met en contact avec du sérum de

(1) Une curieuse expérience de A. Frouin (*Soc. de Biol.*, 24 octobre 1908, p. 355) a déjà montré l'absence de sensibilisatrice dans le sérum d'anguille.

lapin normal. Nous avons des expériences dans lesquelles parties égales de globules ou de sérum d'anguille chauffé ont été en présence pendant des temps variables, avant que ces globules, supposés ainsi sensibilisés dans les meilleures conditions, fussent soumis à l'action de l'alexine du sérum de lapin. Cette alexine n'en est pas moins restée sans effet.

Toutes ces expériences montrent donc que nous n'avons pu séparer en deux facteurs l'agent hémolytique du sérum d'anguille. Celui-ci constitue une hémotoxine pure ou hémolysine directe.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le déterminisme de l'accouchement.* Note de MM. **Ancel** et **P. Bouin**, présentée par M. Bouchard.

On a fait justice, depuis longtemps, de l'hypothèse qui considérait le fœtus comme l'agent effectif de sa sortie hors des voies génitales, et l'on a démontré que la cause efficiente de l'accouchement est la contraction utérine. Ce premier point établi, les auteurs ont considéré que, pour résoudre le problème, il ne restait plus qu'à chercher la cause déterminante de ces contractions. Des opinions très diverses ont été formulées. Volume et mouvements du fœtus, accumulation d'urine dans la vessie et de méconium dans l'intestin, gène de circulation due à la fermeture du trou de Botal, dégénérescence graisseuse de la caduque, fluxion ovarique correspondant à la dixième époque menstruelle, accumulation d'acide carbonique dans le sang, disparition des fibres musculaires du col et extensibilité réduite de l'utérus, ramollissement du col: telles sont les principales raisons invoquées pour expliquer que l'utérus se contracte à époque fixe et expulse le fruit qui s'est développé dans sa cavité. Le problème du déterminisme de l'accouchement s'est donc toujours présenté de la même façon aux auteurs, à savoir quelle est la cause déterminante de la contraction utérine. En somme, on a toujours cherché un *facteur nouveau*, capable d'expliquer l'expulsion du fruit à un moment déterminé.

Cette façon de poser le problème de l'accouchement ne tient pas compte d'un fait qui nous paraît de la plus haute importance et qui est la *tolérance utérine pour le fruit*. Les auteurs ne se sont pas demandé quelle est la cause de cette tolérance, et pourtant cette recherche nous paraît susceptible d'éclaircir la question d'un jour nouveau.

Nos études sur la physiologie génitale nous ont amenés à penser qu'il faut renverser les données du problème, lequel se résoudrait, en dernière analyse, aux deux questions suivantes : 1° pourquoi l'utérus tolère-t-il le fruit pendant la gestation; 2° pourquoi cette tolérance disparaît-elle à un certain moment, toujours le même pour chaque espèce animale.

Nous avons fait une série d'expériences dans le but d'obtenir une réponse à ces questions. Ces expériences nous permettent dès maintenant d'émettre

l'opinon que la tolérance de l'utérus pour le fruit, au cours de la gestation, est conditionnée par des glandes-endocrines qui se développent au cours de la grossesse dans le tractus génital, et que l'accouchement est dû à la disparition de la tolérance utérine, disparition provoquée par l'arrêt de ces sécrétions internes.

Nos recherches antérieures nous ont montré que la gestation, chez le lapin, est sous la dépendance de deux glandes endocrines transitoires, le corps jaune et la glande myométriale. Le corps jaune apparaît aussitôt après la rupture du follicule et cesse de fonctionner 14 jours plus tard; il prépare l'utérus à la fixation des œufs, assure le premier développement du fruit, détermine le développement gravidique de la mamelle, et fait sécréter les cellules tubaires pendant le passage des œufs. La glande myométriale apparaît au moment où le corps jaune cesse de fonctionner et disparaît dans les jours qui précèdent l'accouchement; elle conditionne la phase glandulaire gravidique de la mamelle. Ce sont ces deux glandes qui, depuis nos nouvelles observations, assurent la tolérance utérine vis-à-vis du fruit. Le corps jaune l'assure pendant la première moitié de la gestation, et la glande myométriale pendant la seconde. L'accouchement est dû à la cessation de la tolérance utérine provoquée par la disparition de la glande myométriale à la fin de la gestation. Nous nous contentons d'apporter ici cette conclusion, nous réservant de faire connaître dans des publications ultérieures les observations et expériences sur lesquelles elle s'appuie.

En somme, l'opinion que nous nous faisons du déterminisme de l'accouchement est, comme on le voit, en opposition complète avec celle des auteurs. Ceux-ci pensent que l'utérus gestant se contracte lors de l'accouchement sous l'influence d'une cause nouvelle qui *apparaît* à ce moment. Nous soutenons, au contraire, que le fruit est une cause suffisante pour provoquer les contractions utérines déterminantes de l'accouchement, et que l'accouchement est dû à la *disparition* des facteurs qui assurent la tolérance utérine pendant toute la durée de la gestation.

EMBRYOGÉNIE. — *L'action de l'adrénaline et de la choline sur la détermination du sexe chez quelques Mammifères (Technique et résultats).* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Léon Labbé.

Dans un Mémoire que nous avons eu l'honneur de déposer à l'Académie le 31 décembre 1911, nous avons exposé le résultat de nos expériences chez quelques Mammifères femelles adrénalinisées. Nous avions obtenu sur

30 naissances 25 mâles ; pour compléter cette série nous ajoutons aujourd'hui le cas d'une cobaye traitée par l'adrénaline, qui a donné naissance à deux mâles. Ainsi, dans cette première série, nous arrivons à un pourcentage de 84,3 environ pour 100 naissances, ce qui est considérable, attendu que les cobayes en particulier procréent en général plus de 60 pour 100 de femelles.

Nous avons examiné histologiquement les ovules de quelques cobayes adrénalinisées ou non, et nous avons trouvé que ces ovules renfermaient une grande quantité de lécithine chez les cobayes qui n'avaient pas pris d'adrénaline, tandis que la lécithine avait disparu après l'administration de cette même substance. Les chromosomes étaient très grêles, et nous n'avons constaté aucun caractère permettant de distinguer ce qu'on appelle *idiochromosome* ou *chromosome X* [1].

Voici maintenant la technique que nous avons employée pour l'administration de l'adrénaline :

Nous avons trié des cobayes femelles de 3-4 mois et nous nous sommes rendu compte qu'elles n'étaient pas gravides. Nous avons injecté sous la peau, pendant une semaine et même plus, $0^{mg},25$, $0^{mg},5$, 1^{mg} de chlorhydrate d'adrénaline fourni par M. Takamine, l'inventeur de cette préparation. Nous avons pesé nos animaux et nous ne les avons mis en contact avec les mâles non traités qu'après avoir obtenu une diminution de poids de 10 pour 100, malgré une alimentation normale au son et au chou. Nous avions choisi des mâles ayant à peu près le même âge et le même poids. Nous avons continué le traitement chez les femelles à la même dose jusqu'au moment où le poids restant stationnaire ou augmentant démontrait que la conception avait eu lieu.

Voici maintenant la technique que nous avons employée pour la choline, dans le même but :

Nous nous sommes servi de chlorhydrate de choline synthétiquement préparée par Poulenc. Nous avons fait faire une solution de ce sel au centième, et nous avons injecté aux femelles de 1^{cm^3} à 5^{cm^3} de cette solution jusqu'à ce que nous obtenions une augmentation de poids de 10 pour 100. Car, malgré nos prévisions et malgré l'autorité de notre ami M. Desgrez, la choline injectée dans ces conditions produit un accroissement de poids et non une diminution. L'expérience, continuée après la mise en contact des deux sexes, donnait toujours lieu au même résultat, c'est-à-dire à l'augmentation de poids.

Ces expériences ont porté sur 5 femelles, dont l'une est morte pendant le traitement ; les 4 autres ont donné naissance à 10 rejetons, dont

(1) Les microphotographies de nos coupes seront publiées ultérieurement.

9 femelles et 1 mâle. Le pourcentage est donc 90 pour 100; mais si l'on prend en considération la fréquence des femelles chez les cobayes, nous arrivons, toutes proportions gardées, sensiblement au même résultat, par ces expériences, qui sont en quelque sorte le contrôle de celles faites par l'adrénaline, et qui prouvent, une fois de plus, l'antagonisme de celle-ci avec la choline.

Dans l'espèce humaine, aux deux observations que nous avons relatées dans notre premier Mémoire, nous ajoutons 3 nouveaux cas du diagnostic du sexe d'après la présence ou l'absence de l'adrénaline dans l'urine des femmes gravides. Un de ces cas nous a été envoyé de Lille; nous avons trouvé nettement la réaction de l'adrénaline et, en effet, le nouveau-né a été un garçon. Le deuxième cas nous a été adressé par le D[r] Decori, de Paris; aucune trace d'adrénaline n'existant, nous avons formulé le diagnostic qui fut confirmé par la naissance d'une fille. Le troisième cas, tout récent (mois de mai 1912), après la recherche de l'adrénaline, qui fut trouvée positive, a été contrôlé à la maternité de Baudelocque, par la naissance d'un garçon de 8 livres. Tels sont, en résumé, les résultats de nos recherches laborieuses et complexes et que nous continuerons à poursuivre.

MÉDECINE. — *Étiologie de la fièvre récurrente. Son mode de transmission par le pou.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **L. Blaizot** et **E. Conseil**, présentée par M. Roux.

Les médecins qui se sont attachés à l'étude de la fièvre récurrente dans l'Afrique du Nord ont été tous frappés de l'analogie que présentent ses épidémies avec celles du typhus exanthématique : même mode d'extension, mêmes milieux atteints; les deux fièvres s'arrêtent au seuil des hôpitaux, frappant le personnel de l'entrée, épargnant ceux qui se trouvent en contact avec les malades, dépouillés de leur linge et lavés; comme agent possible de transmission, un seul facteur constant dans les deux cas, le pou. Cette opinion est celle d'Edmond Sergent et Foley, de Bousfield; l'étude de l'épidémie actuelle, importée de Tripolitaine en Tunisie, nous en a convaincus.

Si l'agent de transmission de la fièvre récurrente est le pou, comment expliquer que la piqûre de cet insecte, au contraire de ce qui se passe pour le typhus, se soit montrée, entre les mains d'expérimentateurs habiles, inactive. L'exposé de nos recherches, en apportant la démonstration évidente du rôle du pou, est de nature à éclairer la question.

I. Pas plus que nos prédécesseurs, nous ne sommes parvenus à repro-

duire la maladie par piqûres de poux infectés sur des hommes ou singes malades. Nos essais, cependant, ont été nombreux et prolongés; nous avons, en effet, tenté sans résultat l'infection de :

14 maçaques : 11 par piqûres de poux, des premières minutes qui ont suivi le repas infectant jusqu'à la vingt-quatrième heure après celui-ci (265 piqûres au total); 2 par piqûres de poux infectés depuis 1 à 9 jours (381 piqûres pour les deux); 1 par 225 piqûres de poux infectés de 8 à 17 jours.

Cinq personnes de bonne volonté, en outre, dont deux d'entre nous, ont subi : la première. 129 piqûres de poux infectés depuis 1 heure à 2 jours; la seconde, 377 de poux de 2 heures à 7 jours; la troisième, 484 de 12 à 16 jours; la quatrième, 760 de 1 heure à 24 jours, puis 1095 de 1 à 9 jours; la dernière, enfin, 4707 de 1 à 25 jours.

Aucun de ces hommes ou singes n'a montré à la suite ni élévation de température. ni spirilles. Les singes, éprouvés ultérieurement par l'inoculation de sang virulent, n'avaient pas l'immunité.

La piqûre du pou, dans les conditions de nos expériences et de celles des auteurs, se montre donc inoffensive.

II. Examinons à présent ce que deviennent, dans le corps des poux, les spirilles ingérés lors du repas infectant :

Pour conserver ces insectes vivants pendant un temps suffisamment long, il est utile de les tenir en chambre humide à 28° et de les nourrir deux fois par jour sur l'homme; dans ces conditions, la mortalité est infime.

Détachés de l'homme ou du singe, écrasés et examinés aussitôt à l'ultramicroscope, les poux montrent des spirilles nombreux et agiles ; il suffit d'attendre quelques minutes pour constater déjà un ralentissement de leurs mouvements ; après 2 à 3 heures, ceux-ci sont devenus nuls et les spirilles, raides et figés, commencent à dégénérer. Bientôt, ils disparaissent ; vers la cinquième ou la sixième heure, on ne distingue que quelques rares individus méconnaissables; après un jour, des examens répétés n'en montrent plus. Mêmes résultats négatifs les jours qui suivent. Ils persistent cependant sous une forme inconnue et invisible, car en continuant les observations un temps plus long, *on les voit reparaître :* au huitième jour dans une des séries examinées, aux onzième et douzième dans deux autres. Le nombre de ces nouveaux spirilles est généralement considérable, leurs mouvements très rapides, leur aspect typique ; ils sont d'abord plus minces et moins longs que ceux du sang, puis ils leur deviennent identiques. Nous avons noté leur persistance jusqu'au dix-neuvième jour.

La proportion des poux infectés paraît variable ; dans la seule expérience

où nous ayons tenté de l'établir, elle était de $\frac{1}{8}$ au neuvième jour. Le pou de la tête se comporte comme celui du corps.

III. Ces spirilles sont virulents.

Un singe, inoculé dans la cavité péritonéale avec le produit de broyage d'un pou spirillaire au quinzième jour du repas infectant, a présenté des spirilles après une incubation de 4 jours.

IV. Si l'on rapproche ces deux données, d'une part évolution des spirilles chez le pou, aboutissant à la réapparition de formes jeunes et virulentes après 8 à 12 jours, de l'autre inocuité des piqûres répétées de poux, cependant infectieux, on est amené à conclure que si le pou est bien l'agent de transmission de la fièvre récurrente, il ne la donne pas par sa piqûre.

Tout individu piqué se gratte; dans ce geste, il excorie sa peau, écrase des poux et contamine ses ongles. La moindre écorchure cutanée peut servir d'entrée aux spirilles, le contact des doigts souillés sur la conjonctive y suffit aussi. Deux de nos expériences, pratiquées sur des personnes de bonne volonté, dont l'un de nous, le prouvent :

Un homme reçoit sur la peau légèrement excoriée le produit de broyage de deux poux nourris 9 jours auparavant sur un singe infecté et que l'examen ultramicroscopique nous a montré gorgés de spirilles fins et agiles. 5 jours plus tard il contracte la spirillose.

Un second sujet reçoit sur la conjonctive le produit de broyage de deux poux du même lot, se présentant dans des conditions identiques; il s'infecte après 7 jours.

Dans les deux cas, la maladie a été jugulée dès l'apparition des premiers spirilles par une injection de salvarsan.

Le mécanisme par lequel un pou infecté peut transmettre la spirillose paraît donc clair. Mais, est-ce ainsi que dans la nature la contagion procède? L'expérience qui suit permet de deviner *un autre mode*.

V. Des œufs de poux sont recueillis à partir du douzième jour jusqu'au vingtième après le repas infectant; on les met à incuber en chambre humide à 28°; les éclosions commencent au septième jour. Ce jour même, on récolte 5 jeunes poux et 20 œufs et on les inocule après broyage dans la cavité péritonéale d'un singe; même opération est répétée le lendemain avec 8 jeunes et 2 jours après avec 6. Le singe s'est infecté 10 jours après la première inoculation.

Le pou est donc l'agent de transmission de la fièvre récurrente, et chez lui l'infection est héréditaire.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Effets de l'inhibition des oxydations sur les spermatozoïdes d'Oursin et, par leur intermédiaire, sur le développement.* Note de Mme **Anna Drzewina** et M. **Georges Bohn**, présentée par M. F. Henneguy.

Au cours des recherches que nous poursuivons sur les effets de l'inhibition des oxydations chez les êtres adultes et en voie de développement, nous avons été conduits à étudier la résistance des spermatozoïdes au manque d'oxygène, ainsi que les anomalies auxquelles donne lieu la fécondation des œufs par les spermatozoïdes dont les oxydations ont été arrêtées d'une façon temporaire. Les expériences qui suivent ont été faites à Paris, en avril et mai, sur des Oursins, *Strongylocentrotus lividus*, venant de Guéthary; les animaux nous arrivaient en parfait état, et les témoins dans chaque série donnaient toujours des développements absolument normaux.

Pour inhiber les oxydations chez les spermatozoïdes, nous avons employé deux procédés : 1° maintien dans des tubes hermétiquement clos, à double paroi, où l'épuisement de l'oxygène de l'air et par suite de l'eau se fait par l'acide pyrogallique; 2° traitement par une solution de KCN au $\frac{1}{100000}$ dans l'eau de mer. Bien que très faible, cette solution, comme nous l'avons montré antérieurement (1), est presque foudroyante pour beaucoup de petits organismes pélagiques. Or, dans nos expériences, nous avons eu des séries où, après un séjour de 18 à 24 heures dans la solution cyanurée, les spermatozoïdes étaient encore mobiles et, mis au contact des œufs, se groupaient autour de ceux-ci et provoquaient la formation de la membrane de fécondation et la segmentation. Nous placions les spermatozoïdes dans de petits tubes de verre remplis jusqu'en haut de la solution de KCN et soigneusement bouchés, afin d'éviter l'évaporation du cyanure; nous avons vérifié par ailleurs, au moyen de petits Copépodes, que, dans ces conditions, la solution conserve pendant 48 heures au moins sa toxicité primitive.

Placés à l'abri de l'oxygène, dans des tubes à acide pyrogallique, les spermatozoïdes étaient susceptibles de féconder les œufs même après 25 heures. Mais, tout comme dans le cas du cyanure, la survie n'est pas toujours aussi longue : il y a des différences individuelles assez notables.

Avec la fécondation des œufs au moyen des spermatozoïdes chez lesquels

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXX, p. 758, 777, 843.

le traitement n'a pas été suffisamment prolongé pour entraîner la mort, nous avons abordé un domaine très peu exploré jusqu'ici. Dans les recherches d'embryologie expérimentale, on a étudié l'action d'une foule d'agents sur l'œuf, vierge ou fécondé, entre autres celle du cyanure de potassium et de la privation d'oxygène (Loeb, Godlewski, Kostanecki, etc.). Or, dans nos expériences, nous avons étudié l'action de ces derniers agents sur l'œuf, non pas directement, mais par l'intermédiaire du spermatozoïde; comme on va le voir, le spermatozoïde modifié chimiquement contamine en quelque sorte l'œuf et lui imprime un développement s'écartant plus ou moins de la marche ordinaire.

Les œufs étaient placés dans des boîtes de Pétri; comme on introduisait, en ajoutant le sperme, quelques gouttes de la solution de cyanure, nous nous sommes assurés au préalable que l'addition de la même quantité de cyanure dans les boîtes contenant les œufs témoins n'avait aucune influence sur le développement normal.

Avec des spermatozoïdes ayant séjourné dans la solution cyanurée pendant 1 heure (température : 20°), on constate tout d'abord un retard notable du développement. Alors que les œufs témoins, au bout de 1 heure à peine, sont tous au stade 2, dans le lot traité, au bout de 1 heure et demie, il n'y a encore aucune segmentation; au bout de 2 heures et demie, certains œufs sont irrégulièrement segmentés en 3 ou 5 blastomères; plus tard, de nouveaux œufs entrent en segmentation, et celle-ci devient plus régulière; aussi, après 5 heures, il y a simultanément des stades 2, 4, 8, 16 et 32, d'autant plus réguliers qu'ils sont plus jeunes. Au bout de 9 heures, on rencontre encore des stades 8 et 16, à côté de morulas à blastomères de taille plus ou moins inégales; les témoins sont déjà des blastulas nageuses. Le lendemain, au bout de 22 heures, les témoins sont au stade de pluteus, alors que, dans le lot traité, il y a des blastulas et des gastrulas immobiles. En résumé, les spermatozoïdes cyanurés ont déterminé des retards et un non-synchronisme du développement, et des irrégularités de la segmentation; d'ailleurs, la moitié environ des œufs ne se sont pas développés.

On aurait pu s'attendre à ce que l'action nocive du cyanure augmente avec la durée du traitement. Nous avons constaté cependant que, avec des traitements plus longs (de 5 à 10 heures) on peut obtenir des développements meilleurs et plus nombreux. Dans une de nos séries, les spermatozoïdes avaient été traités au KCN pendant 30 minutes, 1, 2, 3, 5, 8 et 10 heures. Les résultats les plus défavorables avaient été obtenus avec les deux premiers lots : au bout de 30 heures (température : 17°), il n'y a dans ce lot que de vilaines blastulas immobiles, alors que dans les autres lots, bien que fécondés plus tard, il y a déjà des gastrulas nageantes, à côté d'œufs cytolysés et d'autres intacts; le surlendemain, les larves des

deux premiers lots sont mortes, tandis que celles des autres lots continuent leur développement. Mais, ce point étant très délicat, nous n'y insistons pas pour le moment. Rappelons seulement qu'un résultat analogue, paradoxal en apparence, a été obtenu par O. Hertwig (1911) avec le radium, chez la Grenouille.

Avec les spermatozoïdes placés à l'abri de l'oxygène, les perturbations du développement sont à peu près les mêmes, sauf qu'il faut un traitement plus prolongé, 4 à 5 heures au moins, pour qu'elles se manifestent.

Aussi bien avec des traitements de spermatozoïdes de courte durée (environ 1 heure) qu'avec des traitements de longue durée (13 à 22 heures pour KCN), nous avons obtenu diverses anomalies que nous ne pouvons indiquer ici que brièvement: division de l'œuf en deux blastomères de taille inégale et quelquefois s'écartant l'un de l'autre; très fréquemment des stades 3 et 5; disposition aberrante des 4 blastomères; non-simultanéité de la division des blastomères ($\frac{1}{2}+\frac{2}{4}$ ou bien $\frac{1}{2}+\frac{4}{8}$); amas de blastomères de tailles inégales et irrégulièrement disposés; demi-morula accolée à un gros blastomère, celui-ci se divisant parfois en deux; larves au stade de morula d'un côté et de blastula de l'autre; gastrulas dévaginés (exogastrulas); quelquefois aussi des pluteus à tube digestif dévaginé ou à bras déviés de leur position normale.

En résumé, la fécondation de l'œuf normal d'Oursin au moyen de spermatozoïdes dont les oxydations ont été inhibées pendant un temps plus ou moins long provoque un retard du développement, la non-simultanéité de la segmentation des différents œufs d'un même lot, et des différents blastomères du même œuf, ce qui donne lieu à des stades embryonnaires plus ou moins anormaux. Ces faits constituent une contribution à l'étude du rôle du spermatozoïde dans le développement: lorsque celui-ci est atteint chimiquement, il peut encore être susceptible de déclancher la segmentation, mais le mécanisme de celle-ci se trouve dévoyé.

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques marins provenant de la campagne scientifique de M. A. Gruvel en Afrique occidentale*, 1910-1911. Note (¹) de **Ph. Dautzenberg**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les résultats de la campagne accomplie en 1910-1911 par M. Gruvel ont été encore plus importants que ceux des campagnes précédentes. Le

(¹) Présentée dans la séance du 3 juin 1912.

champ de ses investigations limité jusqu'ici entre le Cap Blanc et le Sénégal, s'est étendu cette fois jusqu'au sud de l'Angola. Conakry, l'Archipel de Los, la Côte d'Ivoire, le Dahomey, le Gabon, le Congo Belge et le Benguella ont fourni d'abondants et précieux matériaux.

Les Mollusques dont M. Gruvel a bien voulu me confier l'étude comprennent 344 espèces. 167 d'entre elles ne figuraient pas dans ses récoltes précédentes et 60 sont entièrement nouvelles. L'importance de ce dernier chiffre provient de ce que peu de naturalistes ont eu la possibilité d'explorer, au moyen de la drague, les pays de nationalités diverses visités par M. Gruvel.

Faute d'embarcation et de matériel, la plupart des récoltes avaient été faites jusqu'à présent sur les plages et la faune sublittorale, composée surtout de petites espèces, était restée à peu près inconnue. C'est ce qui explique que sur les 60 espèces que nous considérons comme nouvelles, plus de la moitié (32), appartiennent à la famille des *Pyramidellidæ* (genres: *Aclis*, *Eulima*, *Odostomia*, *Eulimella*, *Turbonilla*, *Pyngulina*).

Le genre *Rissoina* qui n'avait pas encore été signalé sur la côte occidentale d'Afrique, est représenté dans la dernière récolte de M. Gruvel par une espèce nouvelle, bien différente de celle qui vit en Europe (*R. Brugnierei*). Nous lui donnons le nom de *Rissoina africana*.

Des spécimens recueillis vivants de deux espèces de *Pseudoliva* nous permettent de faire connaître la conformation de l'opercule chez ce genre de Mollusques : il est onguiculé et a le nucléus terminal et non pas médiolatéral comme l'avaient décrit A. Adams et les autres auteurs après lui. Nous avons observé cette conformation chez le *Ps. plumbea Chennitz* provenant de la Baie de Mossamédès et chez le *Ps. sepimentum* Rang, de Conakry.

L'ensemble des matériaux que nous avons étudiés nous montre que plus les documents sur la faune malacologique de l'Afrique occidentale s'accumulent, plus on s'aperçoit que, vers le Nord, cette faune se relie bien plus intimement qu'on ne le supposait à la faune européenne. On est en droit de supposer que, vers le Sud, elle doit aussi se mélanger dans une forte proportion à celle du Cap de Bonne-Espérance, mais nous ne pouvons savoir jusqu'à présent vers quelle latitude le mélange devient plus ou moins intime. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que les espèces du Cap qui remontent jusqu'à Mossamédès sont très peu nombreuses. Il paraît donc désirable qu'une exploration de la région comprise entre l'Angola et le Cap de Bonne-Espérance vienne éclaircir cette question.

C'est surtout à M. Ponty, Gouverneur général de l'Afrique occidentale française, que M. Gruvel est redevable des remarquables résultats obtenus, puisque c'est grâce à son bienveillant appui que les ressources financières de sa mission ont pu être assurées.

BACTÉRIOLOGIE. — *Recherches sur la flore intestinale. Isolement d'un microbe capable de produire de la β-imidazoléthylamine aux dépens de l'histidine.* Note (¹) de MM. **Albert Berthelot** et **D.-M. Bertrand**, présentée par M. Roux.

Ackermann a réussi à isoler d'une putréfaction d'histidine, une base qu'il a identifiée avec la β-imidazoléthylamine. Divers auteurs ont également extrait cette ptomaïne de l'ergot de seigle dont elle constitue un des principes les plus actifs. Depuis lors, l'étude pharmacodynamique de cette substance a été faite d'une façon très complète par Dale et Laidlaw, qui ont établi son extrême toxicité; en effet, une injection intraveineuse d'un $0^{mg},5$ tue, en quelques minutes, un cobaye de 800^{g} à 1000^{g}.

Il nous a paru utile de rechercher s'il n'existe pas, dans la flore intestinale de l'homme, des microbes capables de produire de l'imidazoléthylamine aux dépens de l'histidine libérée au cours de la digestion, par l'hydrolyse diastasique ou bactérienne des albuminoïdes.

Il est très probable qu'avec les méthodes d'isolement ordinaires, nous aurions éprouvé une réelle difficulté à isoler de la flore intestinale les microorganismes présentant une telle spécificité d'action biochimique.

Nous y sommes cependant arrivés assez facilement en employant la méthode générale d'isolement des espèces acidaminolytiques que nous avons proposée l'année dernière (²). Dans ce cas particulier, nous avons naturellement utilisé un milieu électif, à base d'histidine, que nous avons ensemencé avec les matières de 13 sujets, normaux ou atteints de troubles intestinaux.

Mettant à profit les propriétés pharmacodynamiques, si caractéristiques de l'imidazoléthylamine, nous l'avons d'abord recherchée en étudiant au point de vue de leur toxicité les cultures pures, sur milieu à l'histidine, des

---

(¹) Présentée à la séance du 3 juin 1912.

(²) Albert Berthelot, *Comptes rendus*, 24 juillet 1911. — A. Berthelot et D.-M. Bertrand, *Comptes rendus Soc. de Biologie*, 29 juillet 1911.

divers microorganismes que nous avons pu isoler : nous les avons injectées dans les veines de cobayes et nous avons alors constaté qu'une seule d'entre elles amenait la mort de l'animal en quelques minutes, avec les symptômes si particuliers de l'intoxication aiguë par l'imidazoléthylamine, symptômes que nous avons pu vérifier à l'aide d'un échantillon chimiquement pur de ce corps, préparé également par putréfaction de l'histidine [1].

Nous avons alors entrepris l'étude complète du microbe qui nous avait permis d'obtenir ces résultats et nous avons constaté qu'il doit être rangé près du *Bacillus pneumoniæ* (Friedlander), tout en lui conservant une certaine autonomie qui permet d'en faire une variété que nous décrirons sous le nom de *Bacillus aminophilus intestinalis* [2].

Bien que l'examen toxicologique des cultures totales sur milieu à l'histidine nous ait convaincus de la présence d'imidazoléthylamine, nous avons tenu à caractériser cette base d'une façon plus complète. Pour cela, nous avons d'abord additionné de 10^{vol} d'alcool à 96^{Gs} nos liqueurs toxiques. Cette opération détermina la formation d'un abondant précipité qui fut séparé par filtration; le filtrat ayant été évaporé à siccité au bain-marie, nous avons dissous le résidu dans l'eau, et, en injectant cette solution aux animaux, après l'avoir rendue isotonique, nous avons constaté que la totalité de la substance toxique avait été entraînée par l'alcool; il était donc vraisemblable que nous avions bien affaire à un poison de nature alcaloïdique.

Cette constatation ne nous a pas paru suffisante, aussi nous nous sommes efforcés d'extraire l'imidazoléthylamine. Dans ce but, nous avons traité des cultures sur milieux convenables à l'aide de la méthode indiquée par Ackermann. En fin d'analyse, nous avons obtenu un picrate que nous avons identifié avec celui de l'imidazoléthylamine. Nous avons ensuite préparé le chlorhydrate, dont la solution aqueuse nous a donné avec l'acide diazobenzènesulfonique, la réaction caractéristique de l'histidine et de ses dérivés immédiats. L'injection de cette même solution dans les veines de cobayes détermina presque immédiatement leur mort, celle-ci étant précédée des symptômes si particuliers observés par Dale et Laidlaw, ainsi que par nous-mêmes, avec l'imidazoléthylamine chimiquement pure.

Il nous a paru vraisemblable que parmi les très nombreuses espèces des

---

(1) Nous devons ce produit à l'amabilité de M. F. Hoffmann-La Roche à qui nous sommes heureux d'adresser ici nos remercîments.

(2) Nous décrirons en détail, dans les *Annales de l'Institut Pasteur*, les caractères biologiques et les propriétés biochimiques de ce microbe.

flores intestinales, le bacille aminophile ne devait pas être le seul capable de produire la décarboxylation de l'acide imidazolaminopropionique. Pour nous en rendre compte, nous avons examiné diverses bactéries isolées de matières fécales humaines, par les procédés ordinaires, et antérieurement à ces recherches; parmi elles, nous en avons déjà trouvé une qui donne de l'imidazoléthylamine et qui est très différente de notre bacille aminophile. Il est à peu près certain qu'en poursuivant nos recherches nous trouverons encore d'autres microbes possédant la même action, soit individuellement, soit en symbiose.

En résumé, nous avons pu établir qu'il peut exister dans la flore intestinale des espèces microbiennes capables de produire aux dépens de l'histidine, une substance très toxique, la β-imidazoléthylamine. Nous avons montré en même temps que l'isolement de ces bactéries s'effectue aisément lorsqu'on emploie la méthode générale que nous avons préconisée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultra-violets sur l'amidon.* Note de M. L. MASSOL.

A la suite de la Communication de MM. Jean Bielecki et René Wurmser dans la séance du 28 mai 1912, nous nous permettons de rappeler que nous avons donné les résultats de nos recherches sur le même sujet dans la séance du 27 mars 1911.

Nous avons montré que, sous l'influence des radiations ultra-violettes, l'amidon perd peu à peu la propriété de bleuir l'iode. Ce réactif permet de suivre pas à pas les phases de la transformation. Si l'on expose 50^{cm^3} d'une solution à 2 pour 1000 d'amidon, sur une surface de $0^m,065$ sur $0^m,090$, après 3 heures d'exposition l'iode ne donne plus qu'une légère teinte rosée qui disparaît ensuite. La vitesse de réaction s'accroît si la concentration en amidon diminue et si l'on acidifie le milieu. Il se forme des dextrines et la solution exposée réduit très nettement la liqueur de Fehling. La discussion des équations de polarisation et de réduction conduit à considérer la formation de maltose comme plus probable que celle du glucose.

Nous avons effectué les mêmes recherches sur l'inuline et nous avons pu

constater une formation notable de sucres réducteurs, probablement du glucose et du lévulose.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la réversibilité supposée de l'hydrolyse diastasique de la salicine.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Arthur Compton**, présentée par M. Roux.

En étudiant les réactions hydrolysantes dues aux diastases, Tammann est arrivé à conclure que ces réactions ne sont jamais complètes, contrairement à celles des acides. Ainsi, en faisant agir l'émulsine sur la salicine en solution à 3 pour 100, il n'a pu arriver à transformer plus de 94,5 pour 100 de glucoside en saligénine et glucose. Tammann explique cette différence, qui serait fondamentale, en supposant que les diastases sont transformées par les produits de décomposition hydrolytiques en des modifications inactives ([1]).

Aujourd'hui, on interprète plus généralement ces faits en admettant que les hydrolyses diastasiques sont des réactions réversibles. Il en résulterait, dans le cas spécial de la salicine, qu'en faisant agir l'émulsine sur un mélange équimoléculaire de saligéline et de glucose, on devrait obtenir après quelque temps, par déshydratation, au moins 5,5 pour 100 de glucoside. L'expérience a été tentée, en 1905, par Visser, mais n'a donné, à notre sens, qu'un résultat douteux ([2]).

Dans un travail récent, Bourquelot et Bridel ont publié une expérience analogue à celles de Tammann. Ils ont constaté qu'une solution de 100^{cm^3} de salicine au $\frac{1}{100}$ additionnée de $0^g,200$ d'émulsine et qui accusait, dans un tube de 2^{dm} de longueur, une rotation de $-1°18'$, était devenue, après 6 jours et d'une manière définitive, égale à $+0°33'$. Ayant calculé que la rotation aurait dû être de $+0°39'$ si l'hydrolyse avait été complète, ils ont admis que l'émulsine n'avait pu hydrolyser, dans leur expérience, que 94,87 pour 100 de la salicine mise en œuvre ([3]).

Aucune des expériences que nous venons de rapporter ne nous paraissent suffisantes pour faire admettre d'une manière définitive, soit la différence supposée entre l'action des diastases et celle des acides, soit la réversibilité de l'hydrolyse diastasique de la salicine.

Si, en effet, on examine avec soin le Mémoire de Tammann, on est frappé par la précision excessive des résultats expérimentaux destinés à fournir la preuve de l'arrêt hydrolytique. Un tel degré de précision est impossible à

(1) *Zeits. physiolog. Chem.*, t. XVI, 1892, p. 271.
(2) *Zeits. physik. Chem.*, t. LII, 1905, p. 257.
(3) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 944.

atteindre et oblige à n'accepter qu'après vérification les expériences, d'ailleurs réalisées par un élève, qui ont servi de base aux considérations théoriques de Tammann.

Quant à l'expérience de Bourquelot et Bridel, elle ne pourrait avoir de valeur démonstrative que s'il était démontré que la petite différence de lecture polarimétrique de 0°06′ était hors de toute erreur expérimentale ou de calcul et non influencée par la présence des corps introduits avec la diastase.

Nous avons étudié l'hydrolyse diastasique de la salicine en prenant toutes les précautions désirables. Nous nous sommes assurés, tout d'abord, que le glucoside était pur, en déterminant son pouvoir rotatoire (¹). Nous avons mesuré la proportion de glucose mis en liberté d'après le pouvoir réducteur à l'aide de la méthode décrite antérieurement par l'un de nous (²) en tenant compte des variations possibles que la diastase introduite et la saligénine formée pouvaient avoir sur la précipitation de l'oxydule de cuivre. Enfin, nous avons éliminé les causes d'erreur dans les mesurages en nous servant de pipettes et de matras jaugés, vérifiés par nous à la balance, et en opérant toujours les mesures sur des volumes suffisants pour atteindre une approximation d'environ $\frac{1}{1000}$.

Les expériences ont porté sur des solutions à 1 et à 3 pour 100 de salicine.

Avec les premières de ces solutions, les quantités de diastase ajoutées ont varié de $0^{mg},5$ à 20^{mg} lorsque l'hydrolyse était prolongée 15 heures et de 2^{mg} à 45^{mg} lorsque l'hydrolyse durait seulement 2 heures. Avec la solution de salicine à 3 pour 100, la diastase a varié de 10^{mg} à 200^{mg} pour une hydrolyse de 2 heures.

Dans tous les cas, nous avons constaté que le glucoside était entièrement dédoublé en saligénine et glucose. Il a suffi, pour atteindre ce résultat :

De 9^{mg} de diastase agissant 15 heures sur la solution de salicine à 1 pour 100, à la température de $+35°,5$;

De 30^{mg} à 35^{mg} de diastase agissant 2 heures sur la solution à 1 pour 100, à la température de $+54°,5$;

Et de 150^{mg} environ de diastase agissant 2 heures sur la solution à 3 pour 100, à la température de $+53°$.

(¹) Nous avons trouvé $= -62°,6$, à la concentration de 3 pour 100 et à la température de $+20°$. Voir les détails dans le Mémoire en cours de publication.

(²) G. Bertrand, *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXXV, 1906, p. 1285.

Nous avons acquis une nouvelle preuve que l'action de la diastase n'était pas arrêtée par les produits de dédoublement de la salicine, même à la concentration maxima; qu'il n'y avait, par conséquent, pas d'équilibre lorsque l'hydrolyse atteignait environ $\frac{95}{100}$, en ajoutant à une solution équimoléculaire de saligénine et de glucose, correspondant à une solution de glucoside à 3 pour 100, une très petite quantité de salicine (1,5 millième dans une première expérience et 3 millièmes dans une seconde) et en faisant agir sur le tout 150^{mg} de diastase. Après 2 heures, à la température de $+53°$, la salicine ajoutée a été hydrolysée comme si elle avait été seule.

Enfin, en laissant en contact une autre solution équimoléculaire de saligénine et de glucose, correspondant aussi à 3 pour 100 de glucoside, en présence de 150^{mg} de diastase et à la température de $+53°$, nous n'avons pas, après 24 et 48 heures, constaté de diminution du pouvoir réducteur. Cependant, dans cette expérience, la durée du contact des substances mises à réagir était 12 et même 24 fois plus grande que celle nécessaire à l'hydrolyse de la salicine, dans des conditions analogues.

On peut donc dire que, jusqu'à la concentration tout au moins de 3 pour 100, la salicine est hydrolysée totalement par la diastase des amandes, comme elle le serait par les acides étendus, et qu'il n'y a pas lieu d'admettre, au cours de cette transformation, l'existence d'un équilibre dû à une réaction inverse.

GÉOLOGIE. — *Sur un faciès argileux de l'Ordovicien inférieur en Bretagne.* Note de M. **F. Kerforne**, présentée par M. A. Lacroix.

L'Ordovicien inférieur est représenté dans le massif armoricain par un faciès sableux très constant, le *grès armoricain*.

Cependant, en certaines régions, surtout vers le sud du massif, le grès, au lieu d'être quartzeux comme il l'est généralement, devient argileux, tant dans sa composition intime que par suite de l'intercalation de bancs minces schisto-micacés. Les bancs quartziteux, si nombreux ailleurs, deviennent alors exceptionnels et les produits de son altération sur place, quelquefois pris à tort pour du Pliocène, surtout au niveau de minerai de fer qu'il contient à sa partie supérieure, sont constitués par une glaise sableuse dans laquelle la proportion d'argile est assez grande. Il en est ainsi par exemple dans les environs de Châteaubriant.

Ailleurs, on observe des intercalations schisteuses plus épaisses, et les

bancs gréseux, à part quelques gros bancs, prennent la forme de plaquettes schistoïdes. Tel est le cas à Abbaretz et au sud de Redon.

Entre Guichen et Bourg-des-Comptes, une importante intercalation schisteuse dans la partie supérieure du grès contient *Lingula Lesueuri;* la même espèce se trouve dans des schistes francs au sud de la Mayenne.

Il y a plus: dans toute une région des environs de Redon, dans la bande anticlinale qui passe près de Beslé, de Massérac, de la Chapelle-Saint-Melaine et qui se poursuit très loin vers l'Ouest dans le Morbihan, l'Ordovicien inférieur est uniquement ou presque uniquement constitué par des schistes argileux, le plus souvent de couleur claire gris verdâtre, contenant des intercalations de bancs de grès grossiers arkosiques. Cet aspect est tellement différent de celui de l'Ordovicien inférieur des autres régions que, sur les Cartes géologiques, ces couches ont été rangées dans le Précambrien sous le nom de *schistes et arkoses de Bains*. M. Barrois a cependant manifesté un doute sur leur âge véritable en les désignant par le symbole Xs.

Près de Massérac, dans une tranchée de chemin de fer, on voit s'intercaler à la base des schistes à Calymènes quelques bancs arkosiques; mais j'ai pu observer le passage insensible des schistes et arkoses de Bains aux schistes à Calymènes dans des conditions meilleures et sans qu'aucun doute puisse subsister: dans des recherches minières à la Chapelle-Saint-Melaine, un puits a été foncé à 40^m de profondeur dans les schistes à Calymènes et un travers-bancs, dirigé vers la base des schistes, a recoupé les schistes et arkoses inférieurs.

A la base des schistes à Calymènes noirs et ardoisiers, s'intercalent d'abord quelques bancs arkosiques blancs assez irréguliers et peu épais, puis les schistes deviennent micacés et prennent une couleur claire avec récurrence de couches noires intercalées; peu à peu les bancs arkosiques et les schistes gris verdâtre augmentent et les intercalations de schistes noirs diminuent et disparaissent. Les schistes gris verdâtre avec arkoses, considérés jusqu'ici comme précambriens, représentent donc en réalité un faciès argileux de l'Ordovicien inférieur. Je n'ai pu encore y constater la présence de fossiles, mais on peut espérer y rencontrer une faune à affinités intéressantes.

A mesure que l'on s'avance du centre de la Bretagne vers le Sud, l'Ordovicien inférieur devient donc de plus en plus argileux et dans l'anticlinal de Beslé il est représenté presque exclusivement par des schistes; au sud de Redon, le faciès sableux prédomine de nouveau, mais sans être aussi franc que dans le nord et le centre de la Bretagne.

La détermination de l'âge véritable des *schistes et arkoses de Bains* est important au point de vue de la tectonique de la région, surtout dans le Morbihan, où elle éclaire d'un jour tout nouveau la composition de la fosse sud de la Bretagne.

MÉTÉOROLOGIE. — *La grêle et le givre au mont Blanc.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. J. Violle.

Grêle. — Les chutes de grêle ne sont pas rares au mont Blanc pendant les tempêtes. Il est à remarquer que le vent qui souffle furieusement s'arrête tout d'un coup et que le calme le plus complet règne pendant la chute de grêle, pour reprendre aussitôt qu'elle est terminée.

Le diamètre des grêlons est généralement de 5^{mm} à 6^{mm}. Une fois, j'en ai vu d'une grosseur extraordinaire. C'était pendant l'été de 1892, vers midi. Le vent ayant cessé tout d'un coup, on entendit sur le toit un bruit formidable, comme si l'on y avait déversé un tombereau de gravier. C'étaient des grêlons de 1^{cm} de diamètre. Quelques minutes après, nouveau calme et bruit de cailloux encore plus effrayant. Cette fois, les grêlons avaient un diamètre variant de 30^{mm} à 35^{mm} et pesaient 15^{g} environ.

Une coupe pratiquée suivant un diamètre des gros grêlons montra la structure rayonnante habituelle, et des couches concentriques assez régulières de 4^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur. Les grêlons étaient régulièrement sphériques, et la surface légèrement mamelonnée, comme celle des boules de pyrite. La glace en était extraordinairement dure, tenace et difficile à fondre.

Les petits grêlons de la première chute couvraient le sol d'une couche continue, tandis que les gros ayant formé la deuxième chute étaient plus clairsemés, trois ou quatre seulement par décimètre carré. Ils étaient répartis uniformément sur tout le glacier, jusqu'au sommet du mont Blanc et jusqu'au-dessous des Grands-Mulets, mais cette chute paraît s'être localisée au glacier, car on n'en vit pas à Chamonix.

Il est à remarquer que les journaux scientifiques signalèrent des grêlons exactement du même volume tombés le même jour sur divers points de la France, notamment dans le centre et aux environs de Biarritz.

Givre des tempêtes. — Le givre se produit très fréquemment au mon Blanc pendant les tempêtes. Il s'attache surtout aux angles des pièces de bois et de métal, aux balustrades ou aux objets cylindriques de petit diamètre, tels que fils métalliques, paratonnerres, manches de pelles ou de piolets, etc.

Un fil métallique est entouré d'une gaine de glace, mais il n'en est pas de même des cylindres de 3^{cm} ou 4^{cm} de diamètre. Le long d'un paratonnerre ou d'un manche de

pelle, le givre ne forme qu'une lame de 1^{cm} d'épaisseur, suivant la génératrice médiane du *côté du vent*, tandis qu'on n'en voit pas en arrière. Une fois commencée, la lame de givre se nourrit rapidement et peut atteindre une largeur de 10^{cm} en quelques heures, toujours en avançant vers le vent, l'épaisseur restant la même.

Le givre s'attache d'autant moins aux objets métalliques que leur rayon de courbure est plus grand. Ainsi j'en ai vu sur un tuyau de $0^{m},06$ de diamètre, tandis qu'une sphère de $0^{m},20$ n'en portait pas.

Sur les pièces de bois, le givre s'attache d'abord aux angles, et plus tard à la surface. Dans ce dernier cas, la lame peut atteindre 2^{cm} ou 3^{cm} d'épaisseur et devenir beaucoup plus large; en 1910, j'ai vu des lames atteindre jusqu'à $0^{m},50$ de large sur les supports de la balustrade de l'Observatoire.

La structure de ce givre mérite d'être étudiée, car elle peut servir à l'étude de la formation de la grêle. Les lames sont formées par la juxtaposition de petites masses de cristaux de glace allongés et agglomérés, chaque masse ayant la même structure qu'un secteur des gros grêlons cités plus haut. Les rayons font face au vent. Comme chez les grêlons, il y a des couches successives dans le sens de la largeur, mais généralement pas en épaisseur. En résumé, ce givre est un *grêlon en lame* qui s'accroît en s'avançant *vers* le vent violent.

Le givre a une grande solidité et adhère au métal avec une ténacité singulière. Les tourbillons de vent, appuyant sur les lames attachées aux pointes des paratonnerres comme sur des girouettes bloquées, réussissent à ébranler les vis; et, comme les tourbillons tournent plutôt à gauche, ils finissent parfois par dévisser ces pointes complètement, bien que la vis ait une vingtaine de filets.

Je n'ai pas assisté à la formation du givre, car il se forme toujours la nuit. Lorsqu'il y en a une quantité exceptionnelle, il s'attache même aux parois de cuivre et à la couverture de l'Observatoire, sous forme de petites masses qui arrivent à se toucher. Il s'attache même à l'émail d'une plaque d'inscription, mais surtout à l'émail blanc, les lettres de l'inscription en émail noir se détachant parfois en creux non givré (observation du Dr Bayeux).

Givre en trémies. — Outre ce givre de vent, on peut observer parfois du givre de sublimation d'une autre nature, formé dans un air absolument tranquille.

J'ai signalé autrefois le givre en trémies formé dans le tunnel creusé par M. Eiffel au sommet du mont Blanc. Ayant pénétré dans cette galerie plusieurs années plus tard, j'ai constaté que les cristaux s'étaient nourris de telle sorte qu'ils atteignaient des proportions énormes. La galerie de neige constituait alors une véritable géode de cristaux de glace qui brillaient au plafond d'une manière féerique. C'étaient des lames de glace en forme de minces trémies, de 1^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur, atteignant

jusqu'à 10^{cm} de long sur 5^{cm} de large. Ces lames pendaient verticalement et étaient voisines à se toucher.

Cette formation, déjà observée en d'autres pays froids dans des espaces fermés, se rencontre parfois à l'air libre, mais alors sous de moindres dimensions. Au cours d'un bel été, par une période de beau temps, sans chute de neige, la surface des glaciers du mont Blanc au-dessus de 4000^{m} s'était entièrement couverte d'une couche épaisse de 1^{cm}, constituée par de petits cristaux en trémie, de la dimension des cristaux de chlorate de potasse du commerce. Ces petits cristaux paraissaient s'être formés par sublimation, au cours de nuits calmes, claires et humides. Ils étaient très mobiles sous l'action du vent, qui les transportait avec un bruissement particulier.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur l'électricité atmosphérique pendant l'éclipse du 17 avril 1912.* Note de M. A.-B. CHAUVEAU, présentée par M. Deslandres.

Ces observations ont porté : 1° sur les variations du champ obtenues par enregistrement photographique ; 2° sur les déperditions positive et négative mesurées avec un appareil d'Elster et Geitel.

I. *Variations du champ.* — Pour nous placer dans les conditions les plus favorables à la constatation de quelque anomalie caractéristique, au milieu des variations accidentelles innombrables qui compliquent la marche diurne du champ, nous avons repris l'appareil qui nous a servi autrefois à étudier cette marche diurne, tel qu'il a fonctionné pendant dix années, et en lui conservant, dans toutes ses parties, une disposition identique. Dans le milieu électriquement très troublé que constitue l'atmosphère d'une grande ville, nous gardions ainsi l'avantage de la longue expérience acquise de ce milieu et de ses accidents habituels, et nous avions la possibilité de rechercher, au besoin, dans les quelques milliers de courbes recueillies jadis, des éléments de discussion et de contrôle de résultats nouveaux.

Notre enregistreur a fonctionné sans interruption du 9 au 20 avril.

La courbe du 17 ne donne, pour la durée de l'éclipse, aucune indication *nette* d'un retentissement direct de la diminution du rayonnement solaire sur la valeur du champ au voisinage du sol.

C'était là, *a priori*, il faut bien le dire, l'hypothèse la plus vraisemblable.

Ce résultat négatif, obtenu par un ciel pur et dans les conditions exceptionnellement favorables de beau temps, n'en a pas moins un réel intérêt. La question avait été posée, en effet, de la possibilité d'une influence de l'éclipse sur le champ, par analogie avec certains phénomènes dont quelques observateurs avaient cru constater la concordance avec le coucher du Soleil.

Mais, à un autre point de vue, il nous paraît intéressant d'insister ici sur un fait que révèle avec une extraordinaire netteté le rapprochement des courbes des journées successives : c'est la *concordance avec la journée du* 17 (*c'est-à-dire avec l'époque de la conjonction*) d'un changement complet dans l'état électrique moyen des couches basses *pendant les heures du jour*, ce changement étant d'ailleurs en rapport avec une modification correspondante de la direction et de l'intensité du vent.

Du 11 au 16, par vent moyen ou assez fort des régions Nord et Est, malgré des différences notables dans l'état du ciel et l'insolation, les courbes présentent des allures identiques, caractérisées, du lever au coucher du Soleil, par des variations continuelles de grande amplitude (atteignant la moitié de la valeur moyenne) et très rapprochées (4 à 6 par heure). *Ce caractère disparaît complètement dans la matinée du* 17 ; le trait de la courbe se régularise; les variations, moins nombreuses, sont très atténuées; c'est un calme relatif dans le champ, constamment et violemment troublé, des journées précédentes. Et la différence d'aspect est si grande entre les courbes du 16 et du 17, pour ces deux journées consécutives, en apparence également belles, qu'on pourrait hésiter à y reconnaître des tracés représentatifs du même élément. Le vent était passé à l'Est, puis au Sud, en devenant très faible. Ces conditions restant les mêmes, les courbes conservent leur allure nouvelle le 18 et le 19. Un retour vers l'état passagèrement modifié ramenant alors le vent à l'Est et au Nord, les troubles caractéristiques de la première période reparaissent dans le champ.

II. *Déperdition.* — Nous devons à l'obligeance de M. Deslandres d'avoir pu effectuer ces mesures sur la terrasse de l'Observatoire de Meudon, dans des conditions excellentes, en raison de l'altitude et de la situation de cet établissement.

Les résultats n'ont pas été sans nous surprendre. Nous avons tenu, avant de les publier, à rechercher, aussi minutieusement que possible, les causes locales susceptibles d'avoir influencé nos observations avec un appareil qui nous est depuis longtemps familier. Nous n'avons rien trouvé qui pût fournir d'explication vraisemblable de l'anomalie constatée.

Les mesures ont été poursuivies sans interruption de $10^h 40^m$ à $3^h 15^m$, en observant alternativement les déperditions positive et négative pendant 20 minutes; une lecture était faite à la dixième minute pour contrôler la marche régulière de l'observation. Afin de suppléer, autant que possible, à l'insuffisance de l'appareil unique dont nous disposions, nous avions réglé les observations alternées, de telle sorte que le moment du maximum de l'éclipse fût exactement encadré entre deux mesures de signes différents.

Le Tableau suivant donne en volts, pour chaque intervalle de 20 minutes, la diminution du potentiel positif ou négatif, dont la valeur initiale est toujours restée comprise entre 185 et 195 volts.

Maximum de l'éclipse. ↓

	Intervalles.										
		10^h40^m. à 11^h0^m.	11^h4^m. à 11^h24^m.	11^h27^m. à 11^h47^m.	11^h51^m. à 12^h11^m.	12^h13^m. à 12^h33^m.	12^h37^m. à 12^h57^m.	13^h0^m. à 13^h20^m.	13^h26^m. à 13^h46^m.	14^h7^m. à 14^h27^m.	14^h30^m. à 14^h50^m.	14^h55^m. à 15^h15^m.
Dép.	(+)....	$21^v,6$		$21^v,7$		$17^v,4$		$24^v,3$			$27^v,4$	
	(−)....		$23^v,1$		$26^v,9$		$22^v,1$		$26^v,0$	$26^v,7$		$25^v,4$

D'après ces nombres, il semble s'être produit, au voisinage du maximum de l'éclipse, un accroissement de la déperdition négative et une diminution de la déperdition positive. Cette dissymétrie, si elle est réelle, est un fait remarquable; mais la recherche d'une cause générale serait malaisée. La seule interprétation des résultats assez mal définis que fournit l'appareil d'Elster et Geitel présente déjà quelques incertitudes.

Une diminution momentanée des deux déperditions aurait trouvé une explication suffisante dans un effet, sur la mobilité des ions, de l'abaissement de température et de l'augmentation correspondante dans l'état hygrométrique : effet analogue à celui du refroidissement nocturne, et en sens contraire de l'effet qui se manifeste aux heures chaudes du jour, où la déperdition devient plus forte, ainsi qu'on le voit nettement ici dans les derniers nombres de la série.

Au contraire, un accroissement de déperdition, en concordance avec un abaissement de température, ne peut s'interpréter que par un accroissement du nombre des ions correspondants. Cet accroissement se trouverait alors en relation avec une diminution des ions de l'autre signe, de telle sorte que, la conductibilité totale ne variant pas, l'ensemble des résultats pourrait s'accorder avec la variation inappréciable du champ mentionnée plus haut.

Quoi qu'il en soit de cette hypothèse, le fait auquel elle se rapporte nous a paru devoir être signalé, en vue des observations à venir.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur l'éclipse de Soleil du 17 avril et la radiation pénétrante mesurée par l'ionisation naturelle de l'air en vase clos.* Note de M. DE BROGLIE, présentée par M. E. Bouty.

On sait que la conductibilité naturelle de l'air en vase clos est attribuée à une radiation pénétrante d'origine terrestre ou peut-être cosmique; ayant un appareil monté pour la mesure de cette radiation, j'ai profité de l'éclipse

du 17 avril pour constater si ce phénomène exerçait une influence sur la radiation pénétrante.

Le peu d'importance des variations relatives de cette grandeur pendant le jour et pendant la nuit rendait du reste une telle influence peu probable. Cependant, puisque des expériences ont été tentées sur la propagation des ondes hertziennes pendant l'éclipse [1], l'observation d'une variation possible d'une des causes d'ionisation de l'atmosphère présente un certain intérêt.

Les mesures faites à Paris, avec un appareil en tôle galvanisée renfermant $0^{m^3},41$ d'air indiquaient une production de 12 ions par centimètre cube et par seconde; ce nombre n'a pas subi, pendant et après l'éclipse, de variation anormale.

L'éclipse de Soleil du 17 avril 1912 ne paraît donc pas avoir exercé à Paris une influence appréciable sur l'intensité de la radiation pénétrante.

SISMOLOGIE. — *Sur un mouvement sismique constaté dans la nuit du* 30 *au* 31 *mai* 1912. Note de M. **Verschaffel.**

Dans la nuit du 30 au 31 mai 1912, on a senti à Abbadia, Hendaye (B.-P.), 3 légères secousses du sol :

A $0^h 14^m 50^s$, temps légal de la France, une secousse assez forte et nerveuse qui faisait frémir toute la maison et agitait portes et fenêtres. Le frémissement a duré de 2 à 3 secondes. Il a été précédé, comme d'habitude, pendant quelques secondes d'un bruit sourd mais assez intense. L'heure a été prise par M. J. Sorreguieta à sa montre, qu'il a comparée le matin aux pendules qui n'ont pas été arrêtées, et aux chronomètres de l'observatoire. Le ciel était sans nuages, mais assez embrumé pour empêcher nos observations méridiennes. Aucune direction dans la propagation du mouvement n'a été soupçonnée. On croirait à une trépidation locale.

Ce mouvement avait été précédé d'un autre vers $0^h 10^m$ plus léger, et dont on n'aurait même pas soupçonné la nature sismique si le second n'en avait pas indiqué la nature très probable. Il fut précédé aussi d'un grondement sourd.

A $0^h 51^m 10^s$ eut lieu la troisième secousse, plus légère que la deuxième. Le bruit sourd précurseur fut nettement perçu, mais le mouvement du sol fut moins fébrile; on supposerait plutôt une oscillation du sol sans frémissement : la maison ne tremblait pas, mais les boiseries craquèrent.

---

(1) Notamment par le commandant Tissot, MM. Turpain, Flajolet, etc.

Le baromètre était le 30 au soir à 754 et était resté à 754 le 31 au matin. Depuis lors, il a baissé et est tombé le 31 au soir à 750. Le temps ayant été constamment couvert depuis le 31, nous n'avons pu faire aucune observations méridienne pour nous assurer que notre cercle méridien n'a pas été dérangé.

Jusqu'ici, nous n'avons aucun renseignement sur l'étendue ou sur le centre du phénomène sismique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la répartition des Poissons bathypélagiques dans l'océan Atlantique et la Méditerranée.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par le Prince de Monaco.

Les collections du Musée océanographique de Monaco contiennent une importante série de Sélaciens, recueillie par le Prince dans ses croisières. La valeur de cet ensemble ne s'attache pas seulement au grand nombre des espèces (45) ainsi obtenues, ni à celui des individus conservés, mais encore à la documentation précise qui donne à chacun de ces derniers sa provenance exacte, en point géographique comme en profondeur. Il en résulte d'intéressantes remarques au sujet de la distribution des animaux bathypélagiques. La faune de ces êtres est une de celles qu'on ignore le plus; aussi tout ce qui peut contribuer à augmenter les connaissances acquises mérite-t-il d'être accueilli. Les observations les plus complètes à son endroit sont dues aux croisières du Prince, à la multiplicité des moyens qu'il a su mettre en œuvre, et à l'emploi récent des nouveaux filets Bourée.

Certains Sélaciens de profondeur, qui constituent la famille des Squalidés (Spinacidés *auct.*) jouent dans leur milieu, parmi les animaux bathypélagiques, autant qu'il est permis d'en juger d'après leur allure et leur dentition, le rôle des Carnivores et des Rapaces de taille moyenne dans le monde terrestre. Leur présence ou leur absence, leur abondance ou leur rareté, donnent la mesure, en quelque sorte, des conditions similaires de la faune nageante profonde. Leur voracité les fait se prendre aisément. L'étude des circonstances de leur capture peut donc fournir des renseignements précieux.

La distribution bathymétrique doit se considérer la première. Deux des espèces les plus typiques, *Centrophorus squamosus* L. et *Centroscymnus cœlolepis* B. C., sont fort suggestives à ce sujet. Le niveau le plus élevé, parmi ceux où les représentants de la première furent capturés, est à 530^{m} de pro-

fondeur; le niveau le plus bas à 2368^m. Pour la seconde, le niveau le plus élevé est à 930^m, le plus bas à 2718^m. Dans les deux, les échantillons les plus nombreux ont été pris de 1000^m à 2000^m. Il semble donc que les régions d'eau profonde, comprises entre 500^m en moyenne et 2500^m de profondeur ou un peu au delà, composent une zone assez homogène pour qu'une seule et même espèce puisse s'y répandre, tout en possédant un maximum de distribution à un niveau déterminé.

Cette notion s'accorde avec celle que les naturalistes du *Michael Sars* ont tirée de leurs propres recherches, adressées à d'autres poissons, surtout à *Cyclothone* et *Myctophum*. Elle s'accorde aussi avec leurs observations sur le degré de pénétration de l'énergie lumineuse : les radiations de la partie rouge du spectre ne descendant pas au delà de 500^m, tandis que celles des parties violette et ultraviolette vont jusqu'à 1700^m au moins. Les plans d'eau placés entre ces deux limites offriraient ainsi un caractère commun : privés d'une partie des rayons du spectre solaire, ils seraient traversés, en revanche, par d'autres rayons, invisibles pour la plupart, qui exercent sur la vitalité des tissus une certaine influence. L'énergie lumineuse se traduirait en eux par une énergie actinique toute spéciale. Comme ils sont situés entre les couches superficielles de la mer et les régions les plus profondes, ils constituent vraiment, dans leur totalité, un étage intermédiaire, méso-abyssal, aussi différent de celui de la surface (pélagial) que de celui des très grandes profondeurs.

La faune bathypélagique de cet étage intermédiaire n'est point riche partout à un égal degré. La Méditerranée s'y montre moins bien pourvue que les parties avoisinantes de l'océan Atlantique. Les auteurs, Günther notamment, ont souvent mis en évidence la ressemblance parfaite des eaux méditerranéennes et des eaux atlantiques jusqu'aux Açores et aux îles du cap Vert; toutes composent, quant à la faune de surface, un seul district zoogéographique. Il en est de même pour les Sélaciens bathypélagiques, mais avec une diminution sensible dans la Méditerranée. La restriction porte, à la fois, sur le nombre des espèces et sur celui des individus. Plusieurs des premières, *Centrophorus calceus* Low. *Scymnodon ringens* Low., *Etmopterus pusillus* Low., présents dans l'océan Atlantique, manquent à la Méditerranée. Parmi les espèces qui habitent les deux, *Centroscymnus cœlolepis* B. C. a été pris par le Prince dans 17 stations atlantiques et seulement dans 7 méditerranéennes, *Centrophorus squamosus* L. dans 7 stations atlantiques et 1 de la Méditerranée. Les autres espèces offrent des proportions similaires, qui se reportent en outre sur le nombre des individus.

On sait que les grands fonds de la Méditerranée sont à peine peuplés, et souvent déserts, contrairement à ceux de l'Atlantique. Mais on admet volontiers que les eaux placées au-dessus des fonds eux-mêmes contiennent une faune abondante, bathypélagique, aussi riche et aussi variée que celle des zones superficielles. Les remarques précédentes prouvent qu'il n'en est pas ainsi : la Méditerranée, quoique très peuplée à la surface, est stérile dans sa profondeur, aussi bien sur le fonds que dans les eaux recouvrantes. Les faunes abyssales, la bathypélagique comme la bathybenthique, sont rélictes par rapport à celles de l'océan Atlantique. Elles ont même composition essentielle, mais non même répartition. Cet état des Sélaciens voraces, et grand déprédateurs, corrobore ainsi mes remarques antérieures sur la pauvreté générale des eaux méditerranéennes profondes, et leur privation complète de certaines espèces atlantiques fréquentes, comme le Saumon (*Salmo salar* L.), ou la pénurie de plusieurs autres, comme *Nemichthys scolopaceus* Rich.

M. Louis Reutter adresse les résultats d'analyses de trois résines (Cèdre du Liban, Pin d'Alep et Pin Brutio) qui ont pu être utilisées par les anciens pour l'embaumement.

(Renvoi à l'examen de MM. Armand Gautier et A. Haller.)

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 juin 1912.

Carte générale bathymétrique des Océans, publiée par le Cabinet scientifique de S. A. S. le Prince de Monaco; Texte : Fascicules I et II; Paris, Société générale d'Imprimerie et d'Édition Levé, 1910-1912. — Carte : Feuille A1, mise à jour le 1er mai 1912; 1 feuille in-plano, 2 exemplaires, dont l'un teinté. (Présenté en hommage par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse : Les nappes de recouvrement des Alpes occidentales et les territoires environnants : Essai de carte structurale, par Émile Argand, 1902-1911; Carte spéciale n° 64, avec 3 planches de profils. (Présenté en hommage par M. Termier, au nom de M. Albert Heim, Correspondant de l'Académie, président de la Commission de la Carte géologique de la Suisse.)

Duc d'Orléans. *Campagne antarctique de* 1907 : *Bryozoaires*, par O. Nordgaard, et *Cœlentérées du fond*, par Hjalmar Broch. Bruxelles, Charles Bulens, 1912; 2 fasc. in-4°. (Présenté par le Prince Roland Bonaparte.)

The Danish Ingolf-Expedition; t. V, n° 2 : *Ctenophora*, by Th. Mortensen; with 10 plates and 15 figures in the texte. Copenhague, 1912; 1 fasc. in-4°. (Hommage de la Direction du Muséum zoologique de l'Université de Copenhague.)

L'année géologique est de 21 000 *ans*, par Coste de Lagrave. Paris, A. Maloine, 1912; 1 fasc. in-12.

Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques; t. XVIII, année 1910. Louviers, Eug. Izambert, 1911; 1 vol. in-8°.

Société d'Histoire naturelle d'Autun; XXIVe Bulletin. Paris, P. Masson; Autun, Dejussieu et Demasy, 1911; 1 vol. in-8°.

Rapport of the Commissioner of Education, for the year ended june, 30, 1911; t. I. Washington, Government printing Office, 1912; 1 vol. in-8°.

Studien auf dem Gebiete der Sozialwissenschaften und Statistik, herausgegeben von der statistischen Kommission der ukrainischen Sevĕenko-Gesellschaft der Wissenschaften im Lemberg; Bd. III, rediegiert von V. Ochrymovyĕ. Lemberg, 1912; 1 vol. in-8°.

Académie impériale des Sciences. *Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente;* t. IV, livraison 3. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 3 juin 1912.)

Note de MM. *Armand Gautier* et *Paul Clausmann*, Recherche et dosage des petites quantités de fluor dans les minerais, etc. :

Page 1474, lignes 6 et 5 en remontant, *au lieu de* additionné de 2^{mg} de fluor, *lire* additionné de $2^{mg},4$ de fluor.

Note de M. *N.-A. Barbieri*, Étude anatomique sur la terminaison arétinienne du nerf optique dans la série des Vertébrés :

Page 1533, ligne 7 en remontant, *au lieu de* du porc et les yeux des Invertébrés, *lire* du porc, des Oiseaux et les yeux des Invertébrés.



N° 24.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 10 Juin 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PRÉSENTATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 24.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 25 (17 Juin 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En présentant à l'Académie la médaille frappée à l'effigie de M. Darboux et le Volume intitulé : *Éloges académiques et Discours, publiés par le Comité du Jubilé scientifique de M. Gaston Darboux* (Paris, librairie scientifique Hermann et fils), M. **Appell** s'exprime en ces termes :

« Le Comité du Jubilé scientifique de notre éminent Secrétaire perpétuel tient à cœur, avant de se dissoudre, d'adresser ses meilleurs remercîments aux nombreux souscripteurs qui, dans toutes les situations, dans tous les pays, ont répondu à son appel; il remercie particulièrement les Membres de l'Académie. Grâce au nombre des souscripteurs, grâce à leur générosité, le Comité a pu faire exécuter par l'éminent artiste, notre confrère M. Vernon, une médaille à l'effigie du grand savant, qui a déjà été distribuée aux adhérents; il peut, en outre, offrir à chacun d'eux le présent Volume, contenant les Discours et les Éloges académiques prononcés par M. Darboux, les Discours et les Adresses de la fête du Jubilé et les noms de tous les adhérents. »

ASTRONOMIE. — *Sur un projet de* CATALOGUE GÉNÉRAL DE NÉBULEUSES ET D'AMAS STELLAIRES, *et sur diverses questions que soulève ce projet;* par M. G. **Bigourdan**.

Il a été publié jusqu'ici deux catalogues généraux de nébuleuses et d'amas stellaires : celui de J. Herschel ([1]) et celui de M. J.-L.-E. Dreyer, rapportés l'un et l'autre à l'équinoxe de 1860,0.

([1]) *Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars. — Phil. Trans. of the R. Society of London*, for the year 1864, vol. CLIV, 1865, pp. 1-138.

Le premier, ordinairement désigné par l'abréviation G. C., renferme les positions de 5079 nébuleuses, découvertes principalement par les deux Herschel, par Dunlop, par Lord Rosse et ses collaborateurs à Birr-Castle, et enfin par D'Arrest.

Bientôt après l'apparition de ce Catalogue, en 1865, les découvertes de nébuleuses faites par Marth à Malte et par M. Stéphan à Marseille, nécessitèrent la publication d'un *supplément* (¹) qui fut dressé par M. Dreyer et qui ne renferme pas moins de 1172 nébuleuses, numérotées de 5080 à 6251; ce supplément donne, en outre, de nombreuses corrections au catalogue de J. Herschel (G. C.).

Le nombre de nébuleuses nouvelles continuant de s'accroître rapidement, et les positions des anciennes s'étant améliorées, M. Dreyer avait préparé un second supplément, mais il parut préférable de refondre le catalogue de J. Herschel et ses deux suppléments en un seul catalogue (²) qui renferme 7840 numéros, plus une courte liste supplémentaire de 47 nébuleuses (³) publiées pendant l'impression du Catalogue proprement dit. On désigne ce second catalogue général par l'abréviation N. G. C.

Cinq ans après, il fut nécessaire de donner à N. G. C. un premier supplément de 1529 numéros, constitués par des nébuleuses découvertes surtout par MM. Javelle et Swift.

Peu après, la photographie fut appliquée avec le plus grand succès à la recherche des nébuleuses et en révéla un grand nombre de nouvelles entre les mains de M. Max Wolf et de ses collaborateurs à Königstuhl-Heidelberg, et de MM. D. Stewart et E. Frost, dans des stations dépendant de l'Observatoire de Harvard College. En y joignant celles découvertes en même temps par M. Javelle et par M. Swift, l'infatigable M. Dreyer en forme, pour son Catalogue général (N.G.C.), un second supplément (⁴) publié en 1908 et renfermant 3857 numéros (1530 à 5386).

Le N.G.C. et ses deux suppléments, renfermant les positions de plus de 13000 nébuleuses découvertes jusqu'en 1908, rendent aujourd'hui les plus grands services à tous ceux qui s'occupent de ces astres. Mais, dans les 5 dernières années, on a signalé environ 4000 nébuleuses nouvelles (⁵). En outre, l'équinoxe de N.G.C. est à plus de 50 années

(¹) *A supplement to Sir John Herschel's « General Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars ». — R. Irish Acad. Trans.*, vol. XXVI, Science, 1877, pp. 381-426.

(²) *A New General Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars*, being the Catalogue of the late Sir John F. W. Herschel, Bart., revised, corrected and enlarged. — *Mem. of the R. Astronomical Society*, vol. XLIX, 1890, pp. 1-237.

(³) Ces 47 nébuleuses ont été insérées dans le premier supplément de N. G. C. indiqué ci-après : *Index Catalogue of Nebulæ* found in the Years 1888 to 1894, with Notes and Corrections to the New general Catalogue. — *Mem. of the R. Astr. Society*, vol. LI, 1895, pp. 185-228.

(⁴) *Second Index Catalogue of Nebulæ and Clusters of Stars*, containing objects found in the Years 1895 to 1907, with Notes and Corrections to the New General Catalogue and to the Index Catalogue for 1888-94. — *Mem. of the R. Astr. Society*, vol. LIX, pp. 105-198.

(⁵) Sur ce nombre, environ 1600 se trouvent dans les listes 8-12 de Königstuhl; et M. E. C. Pickering a annoncé la prochaine publication d'une liste de 1659 nébuleuses nouvelles, découvertes photographiquement par M. S. I. Bailey (*Contents of Annals of Havard Coll. Obs.*, 1911, p. 36).

en arrière de notre époque, ce qui en rend l'usage laborieux et incertain. Enfin, les nombreuses mesures précises de nébuleuses faites dans les dernières années permettraient d'améliorer beaucoup de positions anciennes.

La publication d'un nouveau Catalogue général de nébuleuses serait donc utile. Mais ce travail, que j'ai entrepris, soulève un certain nombre de questions qu'il me paraît utile de soumettre aux astronomes : j'espère que ceux qui s'intéressent à ce sujet voudront bien faire connaître leur avis.

I. A l'exemple de W. Herschel, son fils J. Herschel, puis M. Dreyer, ont réuni dans leurs catalogues des objets tout à fait différents, les *nébuleuses* proprement dites et les *amas*. Y a-t-il lieu de continuer ainsi, ou doit-on, dès maintenant, publier des catalogues distincts de ces deux sortes d'objets ?

Pour W. Herschel, la réunion des amas et des nébuleuses s'imposait, en quelque sorte, car à l'époque où il publiait ses catalogues, il pensait que les nébuleuses non résolubles sont de même nature que les amas : alors la différence d'aspect tenait pour lui à la distance, qui aurait empêché de résoudre les plus éloignés.

Mais on sait depuis longtemps, et le spectroscope a confirmé, qu'il existe en grand nombre des nébuleuses proprement dites, essentiellement irrésolubles, car elles sont de nature gazeuse.

En principe, il semble donc préférable de cataloguer séparément les nébuleuses et les amas. Mais immédiatement il se présente plusieurs objections :

1° L'aspect de ces deux sortes d'objets est très varié, et le passage des uns aux autres se fait d'une manière tout à fait graduelle ; la distinction, généralement facile entre les nébuleuses et les amas brillants, est difficile pour les faibles, et comporte une bonne part d'arbitraire.

2° Nombre d'amas sont entremêlés de nébulosité, parfois irrégulièrement et sur une grande étendue; il faudrait donc les faire figurer sur les deux listes; même, de tels objets pourraient avoir un seul numéro sur l'une et plusieurs sur l'autre.

3° Sur les 7840 objets du N. G. C., 620 à très peu près sont indiqués comme étant des amas (1). Ils appartiennent d'ailleurs à plusieurs types.

(1) Les amas sont très inégalement répartis sur les 24^h d'ascension droite : ils sont accumulés de 5^h à 8^h et de 16^h à 21^h. Cette distribution, nettement différente et en quelque sorte complémentaire de celle des nébuleuses, montre bien que ces deux sortes d'objets ne sont pas de même nature.

Pour l'usage courant n'y aurait-il pas quelque inconvénient à séparer des objets jusqu'ici réunis et à former deux catalogues, dont l'un contient peut-être 20 fois plus d'objets que l'autre? Et, d'autre part, il faut ajouter qu'un catalogue d'amas serait maintenant à peu près définitif.

II. L'application de la photographie à la découverte de nébuleuses nouvelles entraîne aussi des questions embarrassantes pour la formation d'un catalogue général de ces astres.

Ainsi, M. Max Wolf et ses collaborateurs ont trouvé, sur 12 clichés ([1]) seulement, plus de 4300 nébuleuses nouvelles. Ces clichés couvrent des carrés d'environ 7° de côté, et l'un d'eux ([2]) a révélé, vers le pôle nord de la Voie lactée, près de 1500 nébuleuses nouvelles, formant donc un véritable amas de ces astres.

Dans un catalogue général, y a-t-il lieu d'insérer de tels amas en les décomposant, en détruisant, en quelque sorte, leur individualité? Ici, la réponse paraît devoir être négative ([3]); mais dans d'autres cas, où les amas sont moins riches, moins condensés, on peut hésiter.

En raison de leur faiblesse, beaucoup de ces nébuleuses trouvées photographiquement sont invisibles à l'œil, du moins dans la plupart des grandes lunettes d'aujourd'hui. Ne peut-on pas voir là une raison pour différer encore de les insérer dans un catalogue général?

Il me semble que pour l'usage courant de ce catalogue il vaut mieux y

---

([1]) Sur ces 12 clichés, un seul a été obtenu avec un objectif quadruple de Voigtländer, de 6 pouces d'ouverture, et il a donné à M. Schwassmann les 301 nébuleuses qui forment la liste 2 de Kœnigstuhl. Les 11 autres ont été obtenus avec un objectif analogue, mais de $0^m,406$ d'ouverture et de $2^m,02$ de distance focale.

([2]) C'est celui qui a donné la liste 3 de Kœnigstuhl, divisée en zones distinctes de 1° de hauteur.

([3]) M. Dreyer n'a pas inséré cette troisième liste dans un *Second Index* et il en donne cette raison, p. 105 : « As these zone-catalogues will be more convenient to the few photographic observers likely to study this small part of the heavens than a catalogue arranged in order of right ascension and extending from pole to pole could possibely be, these objects have not been included in the present reference catalogue. Besides, they ought more properly to be considered, not as separate nebulæ, but as the more conspicuous points of consideration or *knots* in one great mass of nebulosity similar to the nebula of Orion, the great *America-nebula* in Cygnus (N. G. C. 7000 = V 37) and others. »

Et, pour la même raison, il ne comprit pas dans son *Second Index* divers *knots* de la grande nébuleuse du Triangle (M 33 = 598 N. G. C.) qu'il avait mesurés lui-même sur une plaque du Dr I. Roberts.

insérer toutes les nébuleuses, photographiques et autres, faibles et brillantes, par ordre d'ascension droite, et donner à part les amas de nébuleuses; toutefois dans le corps du catalogue, et à l'ascension droite correspondant à la région centrale par exemple, on rappellerait la position et les limites de chacun de ces amas.

Quant aux amas d'étoiles, d'après les raisons exposées ci-dessus, on peut hésiter beaucoup à les grouper dans un catalogue spécial, distinct de celui des nébuleuses.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements de Cauchy en séries d'exponentielles et sur la transformation de M. André Léauté.* Note de M. **Émile Picard**.

1. Cauchy a donné, comme application du calcul des résidus, des développements remarquables de fonctions de variables réelles en séries d'exponentielles [1]. Rappelons d'abord le résultat essentiel qu'il a obtenu, en utilisant toutefois quelques notions plus récentes sur la théorie des fonctions des variables réelles.

Soient $\pi(z)$ et $\psi(z)$ deux fonctions entières (holomorphes dans tout le plan) de la variable complexe z, et posons $\chi(z) = \pi(z) - \psi(z)$; soient aussi x_0 et x_1 deux constantes réelles données $(x_0 < x_1)$. Supposons que l'on puisse trouver une suite de circonférences de rayons $r_1, \ldots, r_n, \ldots$ grandissant indéfiniment avec n, telles que, le point z étant dans la partie du plan situé à droite de l'axe des quantités complexes et se trouvant sur ces circonférences, on ait pour n infini

$$\left.\begin{array}{ll} \lim \dfrac{\psi(z)}{\pi(z)} e^{z(x-x_0)} = 0, & \lim \dfrac{\psi(-z)}{\pi(-z)} = 1 \\ \lim \dfrac{\chi(z)}{\pi(z)} = 1, & \lim \dfrac{\chi(-z)}{\pi(-z)} e^{z(x_1-x)} = 0 \end{array}\right\} \quad (x_0 < x < x_0),$$

sauf peut-être pour un nombre limité de directions (plus généralement de directions correspondant à des angles formant un ensemble de mesure nulle), pour lesquelles toutefois les expressions précédentes resteraient inférieures à un nombre fixe.

---

(1) Les Mémoires de Cauchy sur ce sujet se trouvent dans ses *Œuvres complètes*, 2e série, t. VII.

L'analyse de Cauchy permet, en introduisant certaines précisions [1], de démontrer le résultat suivant. Désignons par λ les diverses racines, supposées simples, de l'équation transcendante

$$\pi(z) = 0,$$

et représentons par $f(x)$ une fonction de la variable réelle x, à variation bornée (au sens de M. Jordan). On a (x étant compris entre x_0 et x_1)

$$(1) \qquad \frac{1}{2}[f(x+0)+f(x-0)] = -\Sigma \frac{\psi(\lambda)}{\pi'(\lambda)} e^{\lambda x} \int_{x_0}^{x_1} e^{-\mu\lambda} f(\mu)\, d\mu,$$

la sommation s'étendant aux racines λ de $\pi(z)$: c'est la série de Cauchy. Elle comprend, comme cas très particulier, les séries trigonométriques.

2. Dans deux Notes récentes (*Comptes rendus*, 27 novembre 1911 et 2 janvier 1912), M. André Léauté a fait sur ce sujet des remarques extrêmement intéressantes. Il introduit d'abord la notion d'*intervalle limite*, en supposant que z étant toujours dans les mêmes conditions, on ait

$$\lim \frac{\psi(z)}{\pi(z)} e^{z(x_1-x_0)} = l, \qquad \lim \frac{\chi(-z)}{\pi(-z)} e^{z(x_1-x_0)} = \mathrm{L},$$

l et L étant deux constantes finies. Dans ces conditions, la série qui forme le second membre de (1) est égale à

$$\frac{f(x_1-0) - l f(x_0+0)}{2} \qquad (\text{pour } x = x_1),$$

et égale à

$$\frac{f(x_0+0) - \mathrm{L} f(x_1-0)}{2} \qquad (\text{pour } x = x_0).$$

M. André Léauté a ensuite donné une autre forme à la série de Cauchy, dans le cas où $f(x)$ a une dérivée $f'(x)$. Pour plus de simplicité, supposons ici que $f(x)$ et $f'(x)$ sont continues de x_0 à x_1. En appliquant convenablement le théorème des résidus, M. Léauté établit la formule suivante

$$(2) \qquad f(x) = -\Sigma \frac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)} e^{\lambda x} \int_{x_0}^{x_1} e^{-\lambda\mu} f'(\mu)\, d\mu + f(x_1)\frac{\chi(0)}{\pi(0)} + f(x_0)\frac{\psi(0)}{\pi(0)},$$

[1] On peut consulter mon *Traité d'Analyse*, 2e édition, t. II, p. 179. Je suppose toutefois que $f(x)$ satisfasse aux conditions classiques de Dirichlet dans la théorie des séries trigonométriques. On peut aisément remplacer ces conditions par la condition plus large de la variation bornée.

la sommation étant toujours étendue aux racines λ de $\pi(z)$ qui est supposé ne pas s'annuler pour $z=0$. Dans le cas où $\lambda=0$ est une racine de $\pi(z)$, on a la formule

$$(3)\quad f(x)=f(x_1)-\mathrm{J}-x\frac{\psi(0)}{\pi'(0)}[f(x_1)-f(x_0)]-\Sigma\frac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)}e^{\lambda x}\int_{x_0}^{x_1}e^{-\lambda\mu}f'(\mu)\,d\mu,$$

la sommation étant étendue aux racines de $\pi(z)$ ($\lambda=0$ exclu), et J étant une constante égale à

$$\mathrm{A}-\frac{\psi(0)}{\pi'(0)}\int_{x_0}^{x_1}\mu f'(\mu)\,d\mu,$$

où A est le résidu, pour $z=0$, de l'expression $\frac{\psi(z)}{z\pi(z)}[f(x_1)-f(x_0)]$.

Tandis que la formule (1) *de Cauchy n'était pas valable pour les extrémités* x_0 *et* x_1, *la formule* (2) *ou la formule* (3) *reste valable pour* $x=x_0$ *et pour* $x=x_1$.

Après avoir exposé récemment ces résultats dans mon cours, j'ai voulu comparer directement les formules (2) ou (3) à la formule (1). On est ainsi conduit à des identités assez curieuses ne renfermant aucune fonction arbitraire; c'est ce que je vais indiquer rapidement.

3. Supposons d'abord que $\pi(z)$ ne s'annule pas pour $z=0$. En intégrant par parties les intégrales figurant dans (2), et en se servant de (1), on a une équation où $f(x_1)$ et $f(x_0)$ entrent d'une manière linéaire et homogène. Comme ces valeurs sont arbitraires, on en déduit les deux identités

$$\sum\frac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)}e^{\lambda(x-x_1)}=\frac{\chi(0)}{\pi(0)},$$
$$\sum\frac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)}e^{\lambda(x-x_0)}=-\frac{\psi(0)}{\pi(0)},$$

formules qui sont valables pour x entre x_0 et x_1, *à l'exclusion des extrémités*. On en conclut par soustraction

$$(4)\qquad \sum\frac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)}e^{\lambda x}[\psi(0)e^{-\lambda x_1}+\chi(0)e^{-\lambda x_0}]=0,$$

identité remarquable, qui est valable pour toute valeur de x comprise entre x_0 et x_1, à l'exclusion des extrémités. Il est aisé de montrer, par la même analyse, que le premier membre de (4) est égal à

$$\frac{\chi(0)-\mathrm{L}\psi(0)}{2}\qquad(\text{pour } x=x_0)$$

et est égal à

$$\frac{l\chi(0)-\psi(0)}{2} \qquad (\text{pour } x=x_1).$$

On a donc explicitement une série d'exponentielles, *nulle* pour toute valeur de x entre x_0 et x_1, et *différente de zéro* aux extrémités de cet intervalle.

4. Passons au cas où *zéro* est racine simple de $\pi(z)$. On est conduit, par une analyse analogue, aux formules

$$(5)\qquad \begin{cases} \sum \dfrac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)} e^{\lambda(x-x_1)} = 1 - A + x_1\dfrac{\psi(0)}{\pi'(0)} - x\dfrac{\psi(0)}{\pi'(0)}, \\ \sum \dfrac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)} e^{\lambda(x-x_0)} = \quad - A + x_0\dfrac{\psi(0)}{\pi'(0)} - x\dfrac{\psi(0)}{\pi'(0)}, \end{cases}$$

la sommation étant étendue aux racines de $\pi(z)$ ($\lambda = 0$ exclu). Ces formules, valables entre x_0 et x_1, ne sont pas valables aux extrémités. On en conclut

$$(6)\qquad (x_0-x_1)\frac{\psi(0)}{\pi'(0)} + \sum \frac{\psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)}(e^{-\lambda x_1} - e^{-\lambda x_0})e^{\lambda x} = 1 \qquad (x_0 < x < x_1).$$

Le premier membre de l'équation (6) est égal à $\frac{1-l}{2}$ pour $x = x_1$, et égal à $\frac{1-L}{2}$ pour $x = x_0$.

5. Indiquons deux exemples très simples. Tout d'abord la série de Fourier correspond à

$$\pi(z) = e^{az} - 1, \qquad \psi(z) = -1 \qquad (a > 0).$$

On peut prendre ici comme rayon r_n la valeur $\frac{(2n+1)\pi}{a}$. En prenant l'intervalle de *zéro* à a, on a

$$l = L = -1.$$

Il y a une racine nulle pour $\pi(z)$; les formules (5) se réduisent au développement trigonométrique de x, et les termes du premier membre de (6) sont tous nuls, sauf le premier terme qui est bien égal à *un*.

Prenons en second lieu

$$\begin{aligned} \pi(z) &= z(e^{az} + e^{-az}) + h(e^{az} - e^{-az}) \\ \psi(z) &= e^{-az}(z - h) \end{aligned} \qquad (a > 0, h > 0).$$

On prendra $x_0 = -a$, $x_1 = +a$. On peut poser $r_n = \frac{n\pi}{a}$, et l'on a $l = L = 1$. Les racines de $\pi(z)$ sont de la forme $z = \mu i$, les μ étant réels et racines de l'équation

$$\tag{7} \operatorname{tang}\mu + \frac{\mu}{ah} = 0.$$

C'est l'équation qui s'est présentée à Fourier dans le problème du refroidissement d'une sphère, et que l'on rencontre aussi dans le refroidissement d'un mur, une des faces étant maintenue à la température *zéro* et l'autre rayonnant en dehors. L'équation (6) fait connaître une expression de la forme

$$\Sigma A_n \cos\mu_n x + B_n \sin\mu_n x,$$

les A et B étant des constantes faciles à calculer et la sommation étant étendue à toutes les racines positives μ_n de l'équation (7) (*zéro* compris). Cette expression est égale à *un* pour toutes les valeurs de x entre $-a$ et $+a$, et égale à *zéro* pour $x = \pm a$.

NAVIGATION. — *Au sujet du respect dû aux cloisons étanches sur les navires.* Note de M. **L.-E. Bertin.**

J'ai eu l'honneur de déposer le 22 janvier dernier quelques documents d'intérêt historique, relatifs à la protection des navires de guerre par un cloisonnement étanche; j'ai négligé une étude, faite il y a 12 ans au sujet de la protection des paquebots, en employant la méthode d'expériences sur modèles décomposables que j'ai imaginée en 1890 et appliquée d'abord aux bâtiments de guerre.

Je répare aujourd'hui cet oubli, en déposant, pour être insérée dans le même dossier, ma Note de 1900 (*Sur la stabilité des paquebots*).

Je signalerai à cette occasion le respect, peut-être exagéré, que j'ai toujours eu pour les cloisons étanches, et la tendance contraire, sur les chantiers industriels, à tenir compte, par-dessus tout, de la commodité des installations. En voici un exemple appartenant à l'histoire très ancienne.

Dans mon premier travail relatif à la ventilation des navires, celui qui fut jadis présenté à l'Académie par le Général Morin et qui a été inséré aux *Savants étrangers*, j'avais placé le collecteur d'air vicié dans une position très commode, sur les ailes de la cale, dans le fond des soutes à charbon.

Le *Calvados* n'avait pas de cloisons étanches; le conduit de ventilation se trouvait très bien placé. Quelques années plus tard, pour l'application du même système aux transports de Cochinchine *Annamite* et *Mytho*, munis de cloisons transversales étanches, j'ai eu soin de retirer le conduit de la cale, et je l'ai placé dans la batterie basse, au-dessus de la flottaison, malgré l'encombrement qui en résultait. Sur les quatre autres transports qui ont suivi et qui ont été construits par l'industrie, on a eu non moins soin de revenir à la disposition du *Calvados*, qui était plus commode, mais qui assurait l'inondation de la chambre des chaudières dès que la muraille du navire était crevée à la hauteur du collecteur d'air vicié. Je dois reconnaître que ce changement a été généralement approuvé. Un seul des bâtiments ainsi disposé, la *Nives*, a fait naufrage; il s'est perdu corps et biens. Je veux croire que la position dangereuse du conduit d'air n'y a été pour rien. Je crois cependant que les questions de sécurité doivent toujours primer, et de beaucoup, les conditions de commodité.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Détermination et dosage colorimétrique des plus faibles quantités de fluor.* Note de MM. **Armand Gautier** et **Paul Clausmann**.

Lorsque par la méthode précédemment exposée (¹) on a condensé tout le fluor d'un minéral, d'une eau ou d'un organe dans une très petite quantité de sulfate barytique, encore généralement souillé d'un peu de silicate, carbonate et chlorure, on procède à la séparation complète du fluor de la façon suivante :

a. Le précipité barytique, après avoir été lavé par centrifugation avec le minimum d'eau alcoolisée, séché et pesé, est introduit dans un creuset d'or spécial (*fig.* 1) de 50^{cm^3} à 55^{cm^3} de capacité. Ce creuset A porte un rebord plat sur lequel peut venir s'appuyer un couvercle D de même métal, dont la partie centrale offre une concavité hémisphérique qui bombe vers l'intérieur du creuset lorsque celui-ci est fermé. Une bague de caoutchouc et une armature extérieure en cuivre permettent de fixer exactement le couvercle sur le creuset grâce à quatre vis.

Le précipité barytique (ou le minéral fluoré en poudre fine s'il est attaquable directement par SO^4H^2), ayant été pesé et versé au fond du creuset,

(¹) Voir ce Volume, p. 1469.

on installe au-dessus de ce précipité un léger trépied S, terminé par un étroit plateau *s*, sur lequel repose une petite cupule C, que l'on remplit d'acide sulfurique (1^{cm^3} à $1^{cm^3},5$) concentré et pur (¹). Les choses ainsi préparées, on suspend au haut du creuset, par trois légères branches s'appuyant sur le rebord, un petit panier de platine ou d'or P, à fond plat, ouvert à quelques millimètres au-dessus de la partie intérieurement bombée du couvercle. Dans ce panier, on met un morceau de potasse caustique pure ($0^g,5$ à $0^g,6$) humectée d'eau. Tout étant ainsi préparé, et le creuset ayant

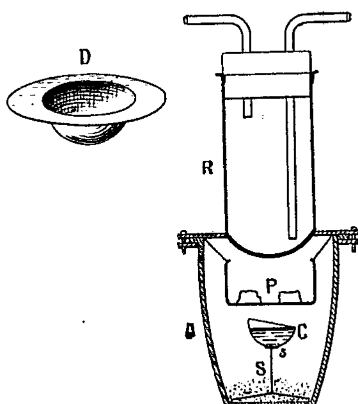


Fig. 1.

été hermétiquement clos, une légère secousse fait chavirer la cupule dont l'acide sulfurique tombe sur la matière qu'il attaque. Les acides fluorhydrique et fluosilicique dégagés sont alors absorbés par la potasse en vase clos. Pour assurer une réaction complète, le creuset est chauffé deux heures à 180°-185° sur un bloc de bronze (*fig.* 2), où il pénètre un peu par le bas, tandis que, grâce à un réfrigérant métallique extérieur R, qui épouse exactement la forme de la concavité du couvercle et où passe un courant d'eau continu, les vapeurs aqueuses et acides que dégage la chaleur à l'intérieur du creuset sont condensées et retombent sans cesse dans le panier à potasse. On sépare ainsi la totalité du fluor sous forme de fluorure et fluosilicate alcalins exempts de toute impureté, à l'exception, quelquefois, d'une trace d'acide chlorhydrique sur laquelle on reviendra.

Nous nous sommes assurés que la présence des phosphates, silicates, sul-

(¹) Acide privé de fluor par addition de son volume d'eau, concentration et perte à l'ébullition du tiers du volume primitif de l'acide.

fites et chlorures (ces deux derniers n'étant jamais qu'en très faible proportion) n'entravent pas l'exactitude de l'opération ([1]).

b. Le contenu du panier à potasse où s'est condensé tout le fluor est alors dissous dans l'eau et porté un instant à l'ébullition pour détruire le fluosilicate; on sature presque par HCl, on ajoute une goutte de phénolphtatéine, puis un peu de sel ammoniac jusqu'à neutralité persistante à chaud. On additionne la liqueur de 3^g à 4^g de carbonate d'ammoniaque et l'on évapore

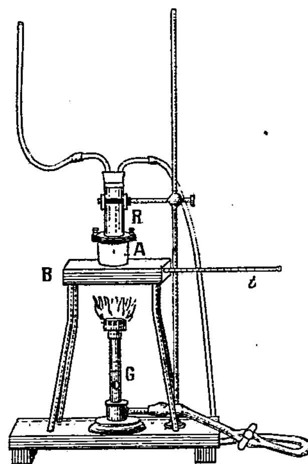


Fig. 2.

à sec. On reprend par l'eau, on filtre pour séparer la silice ainsi précipitée et l'on ajoute à la liqueur 1^{cm^3} à 2^{cm^3} d'une solution normale de sulfate de soude ([2]), et l'on précipite à l'ébullition par le nitrate de baryum *en léger excès*. On évapore à sec, délaye dans l'eau, ajoute volume égal d'alcool

([1]) Dans le cas, qui peut se présenter quelquefois, où une eau minérale, un minerai, etc., contiennent du bore, le chauffage du précipité barytique au creuset d'or, en présence d'acide sulfurique, fait passer une partie du fluor à l'état de fluoborate qui serait perdu pour le dosage. Il faut, dans ce cas, laver, au préalable, le précipité barytique de première condensation (voir p. 1473) avec une petite quantité d'une solution de chlorure de baryum, continuer ensuite les lavages avec de l'eau alcoolisée, comme il a été dit; ajouter au précipité lavé une pincée de silice pure, sécher et passer alors au creuset d'or. On perd ainsi très peu de fluor. Exemple : Pris une quantité de fluorure de potassium, mélangé de borax, contenant : *Fluor* $= 1^{mg},10$. Obtenu : Fluor $= 0^{mg},96$. On reviendra sur ce cas particulièrement délicat.

([2]) Cette quantité suffit pour 2^{mg} à 3^{mg} de fluor. On l'augmenterait pour des proportions plus grandes.

à 95° C., centrifuge, lave à l'alcool à 65° C. *tant qu'il reste une trace de chlorure ou de nitrate*, on sèche et l'on pèse.

Une partie de ce précipité permet de caractériser le fluor (*voir plus loin*); une autre, c'est la principale, sert à son dosage définitif. En général nous opérons sur une quantité de précipité pouvant contenir, d'après un indice quantitatif qu'on indiquera, de o à 3^{mg} au plus de fluor.

c. La partie pesée du précipité qui va servir au dosage est placée à son tour dans un petit creuset de platine de 9^{cm^3} à 10^{cm^3} de capacité (*fig*. 3, A, *c*),

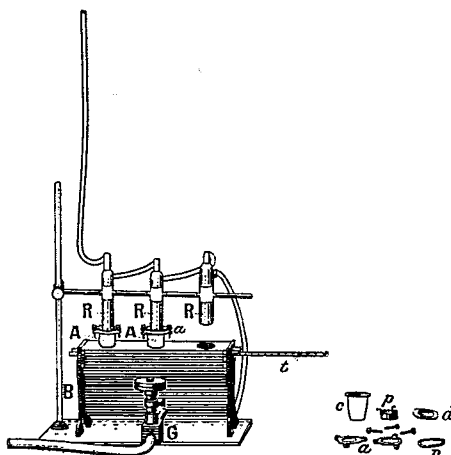


Fig. 3.

construit comme le creuset d'or, avec son rebord plat, son trépied, sa très petite cupule mobile à acide sulfurique (capacité, $0^{cm^3},25$), son couvercle *d* concave pouvant se visser hermétiquement, et son panier de platine *p* suspendu dans l'intérieur au haut du creuset. Mais ici ce panier a été garni de $2^g,5$ à 3^g de cristal très grossièrement pulvérisé et humecté d'eau. Après avoir versé dans la cupule posée sur le trépied de $0^g,2$ à $0^g,3$ d'acide sulfurique pur, on place et visse le couvercle grâce à son armature extérieure; on renverse, par un très léger choc, la cupule à acide sulfurique et l'on chauffe le creuset sur un bloc métallique creusé pour en recevoir le fond (*fig*. 3, B), tandis que l'on refroidit le couvercle grâce à un réfrigérant de cuivre R à eau froide dont le fond s'appuie exactement sur sa face concave extérieure. On chauffe le creuset à 140° durant 5 heures. La totalité du fluor s'unit ainsi aux bases du cristal et forme toujours, pour une même sorte de cristal et une même quantité de fluor, une même proportion de fluorure de plomb que l'on dose comme il va être dit.

Nous nous sommes assurés qu'à 140° et même 160° la vapeur d'acide sulfurique n'arrive pas au cristal. Mais les moindres proportions de chlorures ou de nitrates restés dans le précipité barytique fausseraient le dosage. Aussi est-il toujours prudent, après la distillation, de sécher le cristal et de le laver à l'alcool à 85° C. bouillant qui enlève, sans toucher au fluorure de plomb, le chlorure et le nitrate de plomb qui auraient pu se former. On doit rejeter les opérations où ce lavage indiquerait que le précipité barytique introduit dans le creuset de platine avait été lavé trop imparfaitement.

d. Le fluor est alors déduit de la proportion de plomb que l'acide fluorhydrique a transformée en fluorure.

Pour dissoudre le fluorure de plomb sans toucher à la poudre de cristal, nous employons une solution saturée de chlorate de potasse étendue de 4^{vol} d'eau qui dissout assez facilement ce fluorure sans atteindre aucunement le plomb du cristal (1).

Après enlèvement complet du fluorure de plomb par lavage du cristal au bain-marie avec la solution de chlorate, les liqueurs filtrées sont réunies; on les étend à 25^{cm^3}; on ajoute à la liqueur deux à trois gouttes de gélatine à 1 pour 100 et l'on fait passer quelques bulles d'hydrogène sulfuré. Le sulfure de plomb colloïdal qui se forme dans ces conditions est alors dosé au colorimètre comparativement avec une solution de nitrate de plomb de titre connu qu'on traite de la même façon.

La quantité de plomb ainsi appréciée colorimétriquement à l'état de sulfure (2) est toujours proportionnelle au plomb dissous, comme le montrent les nombres suivants :

Plomb introduit.	Plomb dosé au colorimètre (3).
mg	mg
0,1	0,1
0,2	0,2
0,4	0,39
0,8	0,85

e. Pour transformer numériquement les quantités de plomb ainsi dosées

(1) On a essayé les tartrates, acétates, bromures, iodures, et d'autres sels qui dissolvent moins bien le fluorure de plomb, mais qui tous, sauf le bromure, attaquent la poudre de cristal. Nous avons toujours employé dans nos recherches du cristal d'optique (fabrique Para-Mantois) contenant 42 pour 100 de plomb.

(2) Aucun autre sel de plomb n'est aussi sensible que le sulfure.

(3) Pour le dosage colorimétrique, les solutions témoins doivent être prises autant que possible à un titre rapproché de celui des solutions à comparer.

en poids de fluor correspondants, nous nous servons de coefficients établis en déterminant les quantités de plomb enlevées au cristal, dans les mêmes conditions, par des quantités d'acide fluorhydrique connues qu'on obtient en chauffant, au creuset de platine fermé ci-dessus décrit, des poids de fluorure de calcium pur (mélangé de sulfate de baryte) avec de l'acide sulfurique. Voici quelques-uns de nos chiffres :

Fluor introduit dans le creuset.	Plomb dosé colorimétriquement.	Rapport $\frac{Pb}{F}$.
mg	mg	
1	2,51	2,51
1,5	3,75	2,50
2	5,15	2,57

Lorsqu'on introduit dans le creuset des quantités inférieures à 1^{mg} de fluor, le coefficient $\frac{Pb}{F}$ diminue, ce qui s'explique par la très faible, mais constante, quantité d'acide fluorhydrique retenue par le peu d'acide sulfurique resté au creuset, quantité qui devient relativement grande quand les poids absolus de fluor diminuent beaucoup. C'est ce que montrent, pour les quantités de fluor inférieures à 1^{mg}, les nombres suivants :

Fluor introduit dans le creuset.	Plomb trouvé.	$\frac{Pb}{F}$.
mg	mg	
0,05	0,0569	1,14
0,10	0,1388	1,39
0,30	0,517	1,72
0,50	0,106	2,21
0,65	1,547	2,38

C'est donc par ces coefficients qu'il faut diviser, en chaque cas, la quantité de plomb obtenue ([1]).

Les courbes (*fig.* 4) indiquent les poids de fluor correspondant au plomb trouvé, et les valeurs du coefficient $\frac{Pb}{F}$ (*voir* page suivante).

f. Comme exemple des calculs d'une analyse, prenons le cas d'une de nos eaux minérales sur laquelle nous reviendrons un jour : elle nous avait donné, par litre, un précipité barytique lavé et sec de première concentration (p. 1472), pesant $2^{g},731$. On en a traité 1^{g} au creuset d'or comme il

([1]) Les valeurs $\frac{Pb}{F}$ peuvent varier avec le cristal employé et, par conséquent, doivent être déterminées pour le cristal particulier qu'on emploie.

est dit page 1670. La potasse attaquée par les acides fluorhydrique et fluosilicique exactement saturée, bouillie, etc., avait laissé un second précipité barytique pesant $0^{g},1346$. La partie de ce précipité, bien lavé et sec, employée pour le dosage, a été de $0^{g},1033$. Le cristal attaqué au creuset de platine par l'acide fluorhydrique qui en provient a été repris par la solution chloratée et la liqueur étendue à 25^{cm^3}. D'autre part, le tube témoin a reçu une solution de nitrate de plomb contenant 1^{mg} de plomb dans 25^{cm^3}.

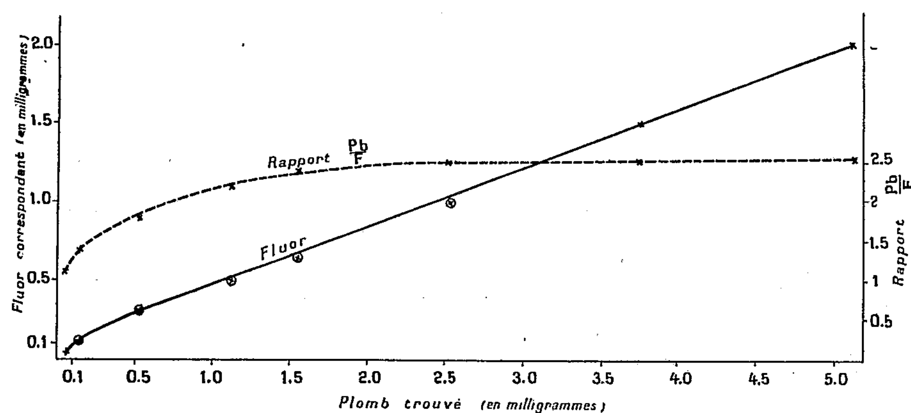


Fig. 4.

Après gélatinisation et passage à l'hydrogène sulfuré, les deux liqueurs ont été comparées au colorimètre. On a trouvé :

Hauteur dans le tube témoin..............	10^{mm}
Hauteur dans le tube de dosage du fluor....	$11^{mm},2$

La quantité Q de plomb enlevée à l'état de fluorure est donc :

$$Q = 1^{mg} \times \frac{10}{11,2} = 0^{mg},892.$$

Le coefficient C de transformation du plomb en fluor est, pour cette quantité, égal à 2,2 (*voir* la courbe). La quantité de fluor p contenu dans l'essai est donc

$$p = \frac{0^{mg},892}{2,2} = 0^{mg},4054.$$

Pour avoir, par le calcul, la totalité P de fluor contenu dans le litre d'eau minérale primitif, il faut multiplier p par le rapport des poids totaux des précipités aux quantités employées. On a donc dans ce cas :

$$P = p \times \frac{0,1346}{0,1033} \times \frac{2,731}{1} = 1^{mg},439 \text{ par litre.}$$

Nous nous proposons de donner dans une très prochaine Note les expériences de contrôle qui établissent l'exactitude remarquable de cette méthode, ainsi que les procédés qualitatifs qui permettent de caractériser par la gravure du verre ou du quartz les plus faibles traces de fluor.

PALÉONTOLOGIE. — *Un essai de classification phylogénique des Lamellibranches.* Note de M. **H. Douvillé.**

Les classifications phylogéniques doivent s'appuyer principalement sur les données paléontologiques, et celles-ci ne semblent pas avoir été suffisamment précisées dans les essais récemment parus. Il est également nécessaire de se rendre compte de la valeur relative des caractères que peut fournir l'examen de la coquille et de leur signification; c'est le premier point à examiner.

Fischer et Neumayr avaient attribué une certaine importance à la nature du test, nacré ou porcelainé; j'ai moi-même reconnu et signalé, précédemment, que les formes primitives étaient nacrées et que le test porcelainé apparaissait seulement dans les types dérivés : ainsi les Pecten et les Limes dérivent d'Aviculidés nacrés, les Panopées et les Solen, de Desmodontes nacrés. C'est là un *caractère évolutif*, mais qui n'affecte pas tous les rameaux, certains d'entre eux, d'origine ancienne, conservent leur test nacré jusqu'à l'époque actuelle (Nucules, Unio, Trigonies).

La plupart des caractères fournis par les parties molles sont également évolutifs, tels sont ceux qui proviennent de la soudure plus ou moins complète des deux lobes du manteau, ou de la structure de la branchie; ils apparaissent indistinctement dans les différents rameaux et ne peuvent, par suite, au moins généralement, servir à les reconstituer.

Les caractères tirés de la forme générale de la coquille, de la disposition des muscles, de la forme de l'empreinte palléale, ont été aussi fréquemment employés; ce sont ceux qui attirent tout d'abord l'attention. J'ai fait voir, à plusieurs reprises, qu'ils étaient dans une dépendance très étroite de la manière de vivre de l'animal, de sorte que des animaux appartenant à des rameaux différents pouvaient, en s'adaptant aux mêmes conditions de vie, acquérir des formes très analogues; de là des convergences trompeuses dont nous connaissons beaucoup d'exemples : *Mytilus* et *Dreissensia*, *Ostrea*, *Chondrodonta* et *Heligmus*, *Solen* et *Ensis*, *Myochama* et *Chama*, *Chama* et *Diceras*, etc. Le sinus palléal apparaît dans un rameau quelconque dès que

l'animal prend l'habitude de s'enfoncer profondément dans le sable ou dans la vase; il indique seulement l'allongement des siphons. Ces *caractères adaptatifs* peuvent se montrer brusquement lorsque le changement d'habitat est également brusque, et il arrive alors que les descendants diffèrent tellement de leurs ascendants qu'il est difficile de remonter des premiers aux seconds; c'est le cas, par exemple, pour les Rudistes, pour les Chames, pour les Huîtres. Exceptionnellement, la constance dans le mode d'existence peut devenir caractéristique de certains rameaux, comme par exemple pour les Anisomyaires essentiellement byssifères.

En réalité, les caractères les plus utiles pour la classification phylogénique sont ceux qui varient peu et lentement, de manière qu'on puisse suivre facilement leurs modifications; ce sont des *caractères statifs*. Les plus importants, à ce point de vue, sont fournis par la charnière; fréquemment celle-ci présente des caractères à peu près constants dans tout un rameau, comme c'est le cas, par exemple, pour les Nuculidés et pour les Arcidés. J'ai pu montrer qu'il en est de même dans la grande famille des Rudistes, si remarquables par l'extrême diversité de leurs formes; la charnière reste toujours établie sur le même plan et constituée par les mêmes éléments, et, quand il se produit un changement important, comme au passage des formes normales aux formes inverses, il est possible, avec un peu d'attention, de reconnaître comment il s'effectue. Cette constance dans le plan de la charnière a été du reste bien mise en évidence pour les Hétérodontes par les travaux de Bernard.

C'est donc la constitution de la charnière qui pourra nous donner les meilleures indications pour reconstituer la phylogénie des Lamellibranches. Neumayr a posé, dès 1883, les principes de cette classification, et il a distingué les groupes suivants : Dysodontes, Taxodontes, Hétérodontes et Trigonies, Desmodontes et Paléoconques. Munier-Chalmas et Bernard ont ensuite étudié la charnière elle-même et montré que ses divers éléments, dans les Hétérodontes, occupaient une position déterminée et étaient susceptibles d'une notation précise. Les dents se distinguent en latérales antérieures A et postérieures P et en cardinales; elles peuvent être groupées sur chaque valve en deux lames alternant les unes avec les autres, de sorte que la plus interne est sur la valve droite; en la notant par le chiffre 1, la deuxième lame de la même valve sera notée 3, tandis que celles de la valve gauche seront 2 et 4. Les latérales seront ainsi A $\frac{\text{I, III}}{\text{II, IV}}$ et P $\frac{\text{I, III}}{\text{II, IV}}$; quant aux cardinales, elles forment des chevrons emboîtés dont la branche

antérieure est notée *a* et la branche postérieure *b*; leur formule générale est alors $\frac{1, 3ab}{2ab, 4ab}$; il est entendu que toutes les dents n'existent jamais simultanément, et il ne faut voir dans ces formules qu'un moyen de préciser la position de chacune d'elles.

Examinons maintenant d'après ces caractères comment les divers rameaux s'enchaînent dans les temps géologiques :

I. On s'accorde pour considérer les Nuculidés comme les formes les plus anciennes : ce sont des coquilles nacrées à charnière composée de dents nombreuses et qui constituent une partie des *Taxodontes* de Neumayr. Le type réellement primitif est représenté par les *Ctenodonta*, où les dents sont très nombreuses et disposées en série continue; mais à côté on voit le type se diversifier beaucoup dès le Silurien II (faune seconde) et l'on distingue les *Lyrodesma*, où les dents divergent du sommet, puis les *Actidodonta* où les dents antérieures et postérieures s'allongent en formant deux groupes distincts, enfin les *Anodontopsis* analogues aux précédents, mais où les dents sont encore moins nombreuses. Vers le haut de l'étage, on voit le nombre des dents diminuer encore dans les *Modiolopsis* et surtout dans les *Redonia*. Des *Ctenodonta* dérivent les *Paleonilo*, où les dents toujours très nombreuses se groupent en deux séries, antérieure et postérieure, puis les *Nucula*, où le ligament, d'abord marginal, est venu s'intercaler au milieu de la charnière, et ce type nacré persiste jusqu'à l'époque actuelle.

II. Dans le Silurien supérieur (faune troisième) apparaissent les *Paléoconques* de Neumayr que je restreindrai à ses groupes principaux, à forme de Lucines et de Cardium, Prélucinidés et Précardiidés, mais à charnière taxodonte, auxquels il faut ajouter des formes pleuroconques *Dualina* et *Antipleura*. La charnière droite des Cardiolidés n'est peut-être qu'une persistance d'un caractère embryonnaire.

III. Les types si diversifiés des Nuculidés primitifs se retrouvent dans les Anthracosidés paléozoïques, puis à partir de l'époque secondaire, dans les Unionidés, formes nacrées qui persistent jusqu'à l'époque actuelle; on retrouve dans ces deux groupes des charnières cténodontes et actinodontes aboutissant au type réduit des *Unio*.

IV. Les Arcidés se relient si intimement aux Actinodontes, que la séparation est difficile à établir.

V. Les Actinodontes à dentition réduite (*Modiomorpha*, *Guerangeria*) se poursuivent dans le Dévonien, avec une forme toujours un peu allongée indiquant une station cavicole intermittente. Mais à côté apparaissent des formes plus équilatérales, à ligament plus court et à charnière plus concentrée; celle-ci n'est encore formée que de cardinales : ce sont les *Préhétérodontes*, présentant deux types : Myophoridés de formule dentaire $\frac{3ab}{2,4a}$ passant aux Trigonies par le dédoublement de la dent 2 en $2a$ et $2b$, et Préastartidés de formule un peu différente $\frac{3ab}{4b,2}$, représentés par *Prosocœlus*, *Desertella*, *Megalodon* (où apparaît une indication de latérales postérieures) et *Paleocardita*, etc. C'est seulement à l'époque secondaire qu'apparaissent les *Hétérodontes* proprement dits, caractérisés à l'origine, suivant la définition de Neumayr, par la coexistence de latérales et de cardinales; les premières formes *Protocardia*, *Tancredia*, *Cardinia* se multiplient rapidement et donnent naissance aux Cardiidés, Lucinidés, Astartidés; des deux premières familles dérivent par fixation directe les Rudistes et les Chamidés, tandis que l'habitat cavicole donnait naissance un peu plus tard aux Donacidés et aux Tellinidés sinupalléales. C'est à ce même groupe que je rattache aujourd'hui les Mactridés, caractérisés par un dédoublement de la dent 2 analogue à celui qui donne naissance aux Trigonies, et l'ensemble des formes fouisseuses qui en dérivent (*Lutraria*, *Cultellus*, *Ensis*, etc.).

VI. L'allongement vers le centre de la charnière, de la latérale antérieure AI, donne naissance à la cardinale I, caractéristique d'un nouveau groupe d'Hétérodontes débutant dès le Lias par les Cyprinidés, et se poursuivant par les Cyrénidés pour aboutir aux Vénéridés sinupalléales.

VII. A côté des Taxodontes primitifs normaux, équivalves et équilatéraux se développent les formes byssifères devenant rapidement Anisomyaires; ce sont les *Dysodontes* : les uns, Ptérinéidés, à charnière droite et à aréa ligamentaire; les autres, Mytilidés, à charnière courbe et à ligament marginal. Les deux groupes ont une charnière taxodonte, presque toujours actinodonte. Les premiers sont ordinairement couchés sur la valve droite et donnent naissance aux Aviculidés nacrés, monomyaires et à charnière atrophiée; d'où dérivent une série de formes porcelanées : *Pecten*, *Lima*, puis par fixation directe les Plicatules, Hinnites, Spondyles et les Ostréidés.

Des Mytilidés équivalves il faut rapprocher les *Lunulicardium* et les *Conocardium* considérés à tort autrefois comme des Hétérodontes.

TABLEAU PHYLOGÉNIQUE DES LAMELLIBRANCHES.

Cultellidés
Mactridés
Donacidés
Tellinidés
Chamidés
Lucinidés
Rudistes
Cardiidés
Astartidés
Vénéridés
Cyrénidés
Cyprinidés

$\frac{1, 3ab}{2ab, 4b}$

Protocardia *Tancredia* *Pronoella*

HÉTÉRODONTES

Paleocardita
Desertella
Megalodon $\frac{3ab}{2, 4b}$
Prosocœlus
Préastartidés

Trigoniidés

$\frac{3ab}{2ab, 4b}$

$\frac{3ab}{2, 4a}$

Myophoridés

PRÉHÉTÉRODONTES

Guerangeria
Modiomorpha

Nuculidés
Cardiolidés
Dualinidés
Præcardiidés
Prælucinidés
Anthracosiidés — Unionidés
Arcidés

Paleonilo
Ctenodonta *Lyrodesma* *Actinodonta* *Anodontopsis*
Modiolopsis *Redonia*

Solénidés
Panopéidés
Ostréidés
Limidés
Pectinidés
Aviculidés
Lunulicardium
Conocardium
Mytilidés
Ptérinéidés

Myidés
Corbulidés
Térédinidés
Pholadidés
Anatinidés
Pholadomyidés
Pleuromyidés
Grammysiidés
Protomyidés
Solénopsidés

Formes primitives nacrées → TAXODONTES *normales* → DYSODONTES *byssifères* → DESMODONTES *cavicoles*

VIII. Dès l'apparition des Lamellibranches, on constate que certaines formes vivaient enfoncées dans le sable ou la vase, ce sont les *Desmodontes* ou cavicoles: on sait les modifications qui en résultent, réduction ou atrophie de la charnière, développement du ligament, bâillement de la coquille. Les formes primitives Protomyidés, Solénopsidés, Grammysiidés, étaient réunies par Neumayr à ses Paléoconques : certaines d'entre elles comme le *Sanguinolites Pellicoi* ont une charnière tout à fait analogue à celle des *Pleuromya* nacrés et qui se retrouve dans des formes dérivées porcelainées, Panopées, Solen. Les formes dépourvues de charnière sont représentées à partir du Secondaire par les Pholadomyidés et les Anatinidés, d'où dérivent les Pholadidés et les Térédinidés.

Il faut ajouter les Corbulidés devenus dyssymétriques par station pleuroconque et les Myidés dans lesquels la dyssymétrie du ligament indique qu'ils dérivent d'ancêtres pleuroconques.

Le Tableau ci-dessus résume la classification dont je viens de tracer les grandes lignes.

Pour ne pas le compliquer outre mesure, les déformations résultant d'adaptations spéciales n'ont pas été indiquées explicitement dans les différents rameaux. Ainsi les Dualinidés sont des Præcardiidés pleuroconques, par suite de fixation byssale ou pédieuse, les Arcidés dérivent des *Actinodonta* par fixation pédieuse, et quelquefois il est difficile de les distinguer de certaines Ptérinées; de même encore *Modiolopsis* et *Redonia* doivent peut-être la brièveté de leur côté antérieur à un habitat cavicole, tandis que les Tellinidés et Donacidés sont devenus sinupalléales pour une raison analogue.

NOMINATIONS.

Le **Maire de Boulogne-sur-Mer** et le **Comité** invitent l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à la mémoire du Professeur *T.-E. Hamy*, qui aura lieu le 30 juin 1912.

M. **Maurice Hamy** est désigné pour représenter l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui feront partie du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique* pour l'année scolaire 1912-1913.

La désignation de ces deux Membres est renvoyée à quinzaine.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de lui faire savoir si elle a désigné quelques-uns de ses Membres pour la représenter au *Premier Congrès international Eugénique* qui se tiendra à Londres du 24 au 30 juillet 1912.

(Renvoi à MM. Ch. Bouchard et Edmond Perrier.)

M. le **Président de l'Académie nationale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes du bicentenaire de sa fondation, qui auront lieu les 11 et 12 novembre 1912. Il rappelle à ce sujet que l'Académie de Bordeaux a été affiliée, dès son origine, à l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Savants du jour : Henri Poincaré. Biographie. Bibliographie analytique des écrits*, par Ernest Lebon. Seconde édition.

2° *Flore de la France*, par Georges Rouy. Tome XIII. (Présenté par M. Guignard.)

3° *La photographie automatique en noir et en couleurs par la suppression du laboratoire obscur : Manuel*, par Charles Gravier. (Présenté par M. J. Violle.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le mouvement apparent des vapeurs dans l'atmosphère solaire.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. Deslandres.

Dans de précédentes Communications j'ai montré que les centres absorbants, qui produisent les raies b_2 du magnésium et D_1 du sodium, semblent tomber sur la surface solaire avec des vitesses de l'ordre du kilomètre par seconde, et indiqué que cet effet pouvait être considéré comme dû à la chute sur le Soleil de particules électrisées négatives. Les résultats que j'ai l'honneur d'apporter aujourd'hui sont relatifs aux raies C et F de l'hydrogène et à la raie $\lambda = 6122$ du calcium.

L'étude de la longueur d'onde des raies C et F le long de la ligne des pôles du Soleil montre que les vapeurs d'hydrogène semblent tomber avec une vitesse considérable, 3,8 km : sec.; les nombres trouvés pour chacune de ces deux raies sont identiques aux erreurs d'expérience près. D'autre part, la comparaison de la longueur d'onde au centre du Soleil avec la raie terrestre correspondante a donné, pour chacune des deux raies étudiées, des nombres très voisins du précédent, dont la moyenne est 3,4 km : sec.

La raie 6122 du calcium, qui appartient aux couches moyennes de l'atmosphère solaire, donne une courbe de même forme que celles du sodium et du magnésium; la vitesse correspondante de chute est 1,44 km : sec.; la comparaison de la longueur d'onde au centre avec la raie terrestre produite dans l'arc est très délicate, par suite de la largeur variable de celle-ci; l'expérience a donné 1,6 km : sec.

Je ferai remarquer que les expériences faites sans faire intervenir la longueur d'onde terrestre, en utilisant seulement les longueurs d'onde solaires, sont plus rationnelles que celles où l'on compare les longueurs d'onde des deux raies solaire et terrestre, produites dans des conditions certainement très différentes à tous égards, dont l'une est sombre et l'autre brillante; il semble donc normal de ne considérer ces dernières que comme des vérifications quelque peu hasardées. Si l'on se range à ces vues, les nombres que j'ai trouvés jusqu'ici pour les vitesses de chute sur le Soleil sont les suivants, en kilomètres par seconde :

Fer	0,0
Magnésium	1,57
Sodium	1,37
Hydrogène	3,8
Calcium (6122)	1,44

Comme M. Deslandres l'a indiqué antérieurement, le champ magnétique solaire doit agir sur les particules électrisées en mouvement que j'ai supposé produire la chute apparente des vapeurs sur le Soleil; la trajectoire de ces particules et, partant, la vitesse qu'elles impriment aux centres absorbants doit avoir une composante suivant le parallèle solaire, et dans le sens de la rotation; on peut expliquer ainsi l'excès de la vitesse de la rotation des vapeurs élevées ou moyennes sur celle des taches; mais si ces vues sont exactes, comme la force exercée par le champ magnétique sur les électrons croît avec la vitesse de ceux-ci, l'excès de vitesse équatoriale doit être d'autant plus grand pour une vapeur que la vitesse de chute de cette vapeur est elle-même plus grande; car la force exercée sur une particule électrisée perpendiculairement au méridien solaire est proportionnelle à la composante de sa vitesse normale au champ et située dans le méridien, c'est-à-dire, pour l'Équateur auquel le champ est vraisemblablement normal, à la vitesse de chute de cette particule sur le Soleil.

Or, si l'on rapproche les excès de vitesse équatoriale des vapeurs, relativement au fer, que j'ai trouvés antérieurement pour les raies à l'aide desquelles j'ai étudié la chute des vapeurs, on peut former le Tableau suivant :

	$Mg(b^2)$.	Ca(6122).	H(C et F).
Excès de vitesse équatoriale......	0,055	0,055	0,11
Vitesse de chute................	1,57	1,44	3,8
Rapport......................	29	26	34

On peut constater que, plus la vitesse de chute est grande, plus l'excès de vitesse est élevé; le rapport de ces deux grandeurs, qui ne paraît pas d'ailleurs être constant, est du même ordre en passant d'une raie à l'autre.

Quant à la valeur de la vitesse communiquée aux centres absorbants par les électrons, elle doit dépendre de la vitesse de ceux-ci, et, pour une vitesse donnée, être inversement proportionnelle au poids atomique : les poids atomiques du sodium (23), du magnésium (24,2) et du calcium (40) sont comparables de même que les vitesses de chute trouvées pour ces corps; la vitesse des électrons (vitesse statistique) dépend de la force électrique qui les sollicite, c'est-à-dire de leur distance au centre du Soleil (en admettant qu'il est uniformément chargé) et du nombre de chocs qu'ils subissent dans l'unité de temps, c'est-à-dire du nombre de centres matériels par centimètre cube; or, on ne possède pas ces données pour les diverses régions de l'atmosphère solaire, on ne peut donc tenter de vérification numérique, et, d'autre part, il semble bien difficile, pour ne pas dire impossible, de

remonter des nombres trouvés à ces données, du moins dans l'état actuel de nos connaissances.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du potentiel logarithmique.* Note ([1]) de M. **Émile Borel**.

Soit $\varphi(x, y) = \varphi_1(x, y) + i\varphi_2(x, y)$ une fonction complexe des deux variables réelles x et y; je supposerai cette fonction partout continue, et de plus nulle lorsque le point x, y est extérieur à un cercle suffisamment grand C. Si l'on pose

$$\theta(\xi, \eta) = \iint \frac{\varphi(x, y)\,dx\,dy}{x + iy - \xi - i\eta}, \tag{1}$$

l'intégration étant étendue à tout le plan, la fonction $\theta(\xi, \eta)$ est de même nature que la fonction φ, sauf qu'elle n'est pas nulle en général à l'extérieur de C. On a d'ailleurs

$$\frac{\partial\theta}{\partial\xi} + i\frac{\partial\theta}{\partial\eta} = -2\pi\varphi(\xi, \eta), \tag{2}$$

de sorte que dans les régions où $\varphi(\xi, \eta)$ est nul, $\theta(\xi, \eta)$ est une fonction monogène de $\xi + i\eta = \zeta$. Il est aisé de voir que toute fonction monogène, analytique au sens de Weierstrass, peut être représentée par une formule telle que (1) dans tout domaine parfait *intérieur* à son domaine d'existence, la fonction $\varphi(x, y)$ satisfaisant aux conditions indiquées plus haut. La restriction que le domaine soit parfait est une conséquence du fait évident que l'ensemble des points où une fonction continue s'annule est parfait. Le cas où le domaine d'existence comprend le point à l'infini n'est pas exclu; ce point doit être alors un point régulier, et l'on supposera que la fonction y prend la valeur zéro, par l'addition d'une constante convenable.

Donnons le nom de *densité* ([2]) à la fonction $|\varphi(x, y)|$; le théorème fon-

---

([1]) Reçue dans la séance du 10 juin 1912.

([2]) On pourra appeler *masse totale* la valeur de l'intégrale, étendue à tout le plan

$$\iint |\varphi(x, y)|\,dx\,dy.$$

Pour représenter une fonction analytique dans un domaine de plus en plus voisin

damental de la théorie de Weierstrass s'énonce ainsi : Si deux points A et B où la densité est nulle sont intérieurs à deux cercles pouvant être réunis par un nombre fini de cercles sécants, la densité étant nulle en tous les points intérieurs à tous ces cercles, la connaissance de $\theta(\xi, \eta)$ au voisinage de A détermine cette fonction au voisinage de B.

Il serait naturel de dire que la fonction $\theta(\xi, \eta)$ est *monogène* en tout point où la densité est nulle ; on est ainsi conduit à se demander si le théorème précédent se généralise lorsque ces points de monogénéité forment un ensemble quelconque d'un seul tenant. Je n'ai pu résoudre cette question sous sa forme la plus générale, mais je puis indiquer des cas assez étendus où l'on peut énoncer une proposition analogue à celle de Weierstrass.

Appelons *densité moyenne*, dans un cercle (C) de rayon r, l'expression

$$\mu(r) = \frac{1}{\pi r^2} \iint_{(C)} |\varphi(x, y)| \, dx \, dy. \tag{3}$$

Si en un point A la densité est nulle, la densité moyenne $\mu(r)$ dans le cercle de centre A et de rayon r tend vers zéro avec r ; soit $\psi(r)$ une fonction tendant vers zéro avec r ; si l'on a, pour r assez petit,

$$\mu(r) < \psi(r), \tag{4}$$

nous dirons que la densité en A est asymptotiquement inférieure à $\psi(r)$. Si en tous les points d'une droite la relation (4) est vérifiée à partir d'une même valeur de r, nous dirons que la densité est asymptotiquement inférieure à $\psi(r)$ sur la droite.

Ces définitions étant posées, on peut fixer une fonction $\psi(r)$ telle que les droites Δ sur lesquelles la densité est asymptotiquement inférieure à $\psi(r)$ peuvent être adjointes au domaine d'existence, sans que le théorème fondamental cesse d'être exact : la connaissance de la fonction au voisinage de A détermine la fonction au voisinage de B si A et B peuvent être réunis par un nombre fini de droites Δ. [Il est évident que toute droite *intérieure* au domaine de Weierstrass est une droite Δ, puisque sur une telle droite on

---

de son domaine d'existence, il faudra souvent utiliser une masse totale de plus en plus grande, la masse totale augmentant indéfiniment lorsque le domaine où $\varphi(x, y)$ est nul tend vers le domaine d'existence. Parmi les cas où la masse totale peut rester finie, citons celui d'une fraction rationnelle à pôles simples et celui des fonctions découvertes par M. Pompeiu et sur lesquelles M. Denjoy a récemment rappelé l'attention des géomètres.

a $\mu(r) = 0$ pour les valeurs de r inférieures à une valeur fixe]. Nous dirons que la fonction est monogène sur les droites telles que Δ.

La question se pose donc de déterminer la fonction $\psi(r)$ de manière que la validité du théorème soit aussi étendue que possible; je suis arrivé à démontrer que l'on peut prendre

$$\log[-\log\psi(r)] = \frac{1}{r^{1+\varepsilon}}, \tag{5}$$

ε étant une constante positive quelconque.

Pour donner un exemple précis, considérons la couronne Γ comprise entre les cercles $(c_1): x^2+y^2=1$, $(c_2): x^2+y^2=4$; et posons

$$\theta(\xi, \eta) = \int\int_{\Gamma} \frac{(x^2+y^2-1)(4-x^2-y^2)\,e^{-e^{\frac{1}{r^2}}}\,dx\,dy}{x+iy-\xi-i\eta}. \tag{6}$$

La fonction ainsi définie est monogène à l'intérieur de (c_1) à l'extérieur de (c_2) et aussi sur les segments de l'axe des x qui réunissent (c_1) et (c_2). La connaissance de ses valeurs au voisinage d'un point quelconque de ce domaine d'existence la détermine dans tout le domaine.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés des fonctions mesurables.* Note de M. N. **Lusin**, présentée par M. Émile Picard.

La lecture de la Note intéressante de M. Borel (*Comptes rendus*, 12 février 1912) m'a inspiré l'idée de résumer ici les résultats sur les fonctions mesurables déjà publiés par moi en russe dans le *Recueil de la Société mathématique de Moscou* (t. XXVIII, 2, 1911) dans le Mémoire intitulé : *Sur un théorème fondamental du Calcul intégral.*

Soit $f_1(x), f_2(x), \ldots, f_n(x), \ldots$ une suite de fonctions mesurables que nous supposons convergente et tendant vers une fonction-limite $f(x)$ pour tous les points x de l'intervalle $0 \leq x \leq 1$, sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle. D'après un théorème important de M. Egoroff (*Comptes rendus*, 30 janvier 1911), il existe un ensemble P parfait et non dense et jouissant des propriétés suivantes :

1° La suite $f_1, f_2, \ldots, f_n, \ldots$ converge *uniformément* vers $f(x)$ pour cet ensemble P.

2° La mesure de P est supérieure à $1-\varepsilon$, ($\varepsilon > 0$ étant aussi petit qu'on veut).

Supposant que $f_n(x)$ est un polynome ($n = 1, 2, 3, \ldots$) nous obtiendrons le résultat suivant: si $f(x)$ est une fonction définie dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$ de classe 1 (suivant M. Baire),

il existe dans cet intervalle un ensemble P *parfait et non dense avec les propriétés :*
1° *La fonction* $f(x)$ *est continue dans* P (*relativement à* P);
2° *La mesure* P *est supérieure à* $1-\varepsilon$, $\varepsilon > 0$ *aussi petit qu'on veut.* (C)

Désignons cette propriété de fonction $f(x)$ par « C-propriété ». Nous aurons le théorème :

Si toute fonction de la suite $f_1, f_2, \ldots, f_n, \ldots$ *possède la « C-propriété », la fonction-limite* $f(x)$ *possède aussi la « C-propriété ».*

En effet, prenons, suivant le théorème de M. Egoroff, un ensemble P_0 parfait et non dense, dans lequel la suite converge uniformément, et Mes $P_0 > 1 - \frac{\varepsilon}{2^2}$, $\varepsilon > 0$ aussi petit qu'on veut. Considérons encore, en vertu de « C-propriété », un ensemble P_n ($n = 1, 2, 3, \ldots$) parfait et non dense dans lequel $f_n(x)$ est continue (relativement) et Mes $P_n > 1 - \frac{\varepsilon}{2^{n+2}}$. Tous les points communs à tous les ensembles $P_0, P_1, P_2, \ldots$ forment évidemment un ensemble mesurable E et Mes $E > 1 - \left(\frac{\varepsilon}{2^2} + \frac{\varepsilon}{2^3} + \ldots\right) = 1 - \frac{\varepsilon}{2}$. Par conséquent l'ensemble E contient un ensemble P parfait et non dense tel que Mes $P > 1-\varepsilon$. On voit que cet ensemble P vérifie « C-propriété ». (C. Q. F. D.)

De là résulte que « C-propriété » appartient non seulement aux fonctions de classe 1, mais à toutes les fonctions de la classification de M. Baire. Mais on peut voir, de plus, que toute fonction mesurable possède cette « C-propriété » et, inversement, que toute fonction $f(x)$ possédant la « C-propriété » est une fonction mesurable.

Nous trouvons ainsi ce théorème général :

Si $f(x)$ *est une fonction mesurable définie dans l'intervalle* $0 \leqq x \leqq 1$, *il existe dans cet intervalle un ensemble* P *parfait et non dense jouissant des propriétés :*

1° *La fonction* $f(x)$ *est continue dans* P (*relativement à* P);

2° *La mesure de* P *est supérieure à* $1-\varepsilon$, $\varepsilon > 0$ *aussi petit qu'on veut.*

Comme conséquence nous obtiendrons :

Si $f(x)$ est une fonction mesurable définie dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$, *il existe une série de polynomes* $\sum_{n=1} p_n(x)$ *absolument convergente vers la fonction* $f(x)$ *pour tous les points de l'intervalle* $0 \leqq x \leqq 1$, *sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle.*

On voit bien que ce résultat est la généralisation du célèbre théorème de Weierstrass-Picard sur la représentation des fonctions continues.

Ces résultats m'ont permis de démontrer les deux théorèmes suivants :

I. *Il n'existe aucune fonction continue* $F(x)$ *admettant* $\frac{dF}{dx} = +\infty$ *ou* $\frac{dF}{dx} = -\infty$ *pour un ensemble de points de mesure* non nulle.

II. Théorème général. — *Si* $f(x)$ *est une fonction mesurable définie dans l'intervalle* $0 \leqq x \leqq 1$ *et partout finie, sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle, il existe une fonction* $F(x)$ *continue dans l'intervalle entier* $0 \leqq x \leqq 1$ *telle qu'elle admette* $f(x)$ *pour dérivée ordinaire en tous les points, sauf peut-être aux points d'un ensemble de mesure nulle.*

On peut ainsi dire que le problème de la recherche des fonctions primitives est résolu quand on néglige les ensembles de mesure nulle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le théorème général de M. Picard.* Note de M. C. **Carathéodory**, présentée par M. Émile Picard.

1. Le théorème général de M. Picard, concernant les points essentiels isolés d'une fonction analytique, n'a pas reçu jusqu'à présent d'extension analogue à celle, désormais classique, que M. Landau a donnée pour le théorème sur les fonctions entières; nous allons tâcher de combler cette lacune en démontrant le résultat suivant :

Théorème I. — *Il existe une constante numérique* α, *différente de zéro, telle que pour toute fonction analytique* $f(z)$ *régulière, uniforme et différant de zéro et de un pour* $0 < |z| < 1$, *l'une au moins des deux inégalités* $|f(z)| < 2$ *ou* $|f(z)| > \frac{1}{2}$ *soit constamment vérifiée à l'intérieur du cercle fixe* $0 < |z| < \alpha$.

On peut même aller un peu plus loin :

Théorème II. — *Il existe une constante numérique α positive et différente de zéro, telle que, ρ étant compris entre zéro et α, toute fonction analytique $f(z)$ régulière, uniforme et différant de zéro et de un à l'intérieur de la couronne $\rho^2 < |z| < 1$, satisfasse constamment à l'une au moins des deux inégalités $|f(z)| < 2$ ou $|f(z)| < \frac{1}{2}$ à l'intérieur de la couronne $\rho < |z| < \alpha$.*

2. Soit $\varphi(x)$ une fonction régulière et différente de zéro et de un pour $|x| < 1$; posons $\varphi(0) = y_0$ et soit $|y_0| = \frac{1}{2}$. Faisons comme de coutume la représentation conforme du demi-plan des y, qui contient y_0 sur un triangle d'arcs de cercles tangents entre eux, et choisissons ce triangle de façon qu'il soit inscrit dans le cercle $|\omega| = 1$ et que l'image de y_0 coïncide avec le centre $\omega = 0$ de ce dernier cercle.

Désignons par $m(y_0)$ la distance à l'origine $\omega = 0$ de la courbe entourant ce point, qui correspond dans le plan des ω au cercle $|y - y_0| = \frac{1}{3}$; cette distance est différente de zéro. On voit sans peine, en appliquant au procédé de démonstration classique de M. Picard, l'inégalité de M. Schwarz dont je me suis servi autrefois (*Comptes rendus*, t. 141, 1905), que l'inégalité $|x| \leqq m(y_0)$ implique la condition $|f(x) - f(0)| < \frac{1}{3}$.

La grandeur positive $m(y_0)$ est une fonction continue et périodique de y_0 lorsque cette dernière quantité décrit le cercle $|y_0| = \frac{1}{2}$; elle ne s'annule d'ailleurs jamais, d'où l'on conclut que le minimum μ de $m(y_0)$ est différent de zéro sous ces conditions.

Il existe donc une constante numérique positive μ, telle que pour toute fonction $\varphi(x)$ régulière et différente de 0,1 dans le cercle $|x| < 1$ et satisfaisant de plus à la condition $|\varphi(0)| = \frac{1}{2}$, l'inégalité $|x| < \mu$ entraîne la condition $|\varphi(x) - \varphi(0)| < \frac{1}{3}$.

3. Soit $f(z)$ une fonction régulière, uniforme et différente de zéro et de un dans la couronne circulaire $\rho^2 < |z| < 1$, et satisfaisant de plus à la condition $|f(z_0)| = \frac{1}{2}$ en un point z_0 du cercle $|z| = \rho$.

Posons avec M. Lindelöf (Congrès de Mathématiques, Stockholm, 1909)

$z = e^x$, et désignons par x_0 l'une des racines de l'équation $z_0 = e^x$. La fonction $\varphi(x) = f(e^x)$ satisfera aux conditions du n° 2 à l'intérieur du cercle $|x - x_0| < -\log\rho$ et [à cause de la périodicité de $\varphi(x)$] toute valeur prise par $f(z)$ en un point quelconque du cercle $|z| = \rho$ correspondra à une valeur prise par $\varphi(x)$ en un point du cercle $|x - x_0| \leqq \pi$.

On voit donc, en appliquant le résultat n° 2, que si z est un point du cercle $|z| = \rho$ l'inégalité $|f(z) - f(z_0)| < \frac{1}{3}$ sera satisfaite, pourvu que $\frac{\pi}{-\log\rho} < \mu$, ou, ce qui est la même chose, pourvu que $\rho < \alpha_1$, en posant $\alpha_1 = e^{-\frac{\pi}{\mu}}$.

On trouvera de même un nombre α_2 tel que, si l'on a, sous les mêmes conditions pour $f(z)$, $|f(z_0)| = 2$ en un point z_0 du cercle $|z| = \rho$, on aura pour tout autre point du même cercle $|f(z) - f(z_0)| < \frac{1}{3}$ lorsque $\rho < \alpha_2$.

Je dis que notre théorème II est vérifié, si l'on choisit comme constante α la plus petite des deux quantités α_1 et α_2, déterminées précédemment. On trouverait, dans le cas contraire, à l'intérieur de l'anneau circulaire $\rho < |z| < \alpha$ au moins deux points z_1 et z_2, tels que $|f(z_1)| = \frac{1}{2}$ et $|f(z_2)| = 2$; posons $|z| = r_1$ et $|z_2| = r_2$.

Les valeurs prises par $f(z)$ sur le cercle $|z| = r_1$ satisfont à l'inégalité $|f(z) - f(z_1)| < \frac{1}{3}$ d'où l'on tire pour tout point de ce cercle $f|(z)| < \frac{5}{6}$; de même on trouverait qu'en tout point du cercle $|z| = r_2$ on a $|f(z)| > \frac{5}{3}$. Il suit de là que $r_1 \neq r_2$ et l'on a, par exemple, $r_1 < r_2$; il existe, de plus, à cause de la continuité de $f(z)$ à l'intérieur de la couronne $r_1 < |x| < r_2$, un point ξ pour lequel on a $f(\xi) = e^{it_0}$, le nombre t_0 étant réel.

L'intégrale

$$\frac{1}{2\pi i}\int \frac{f'(z)\,dz}{f(z) - e^{it}},$$

prise le long du contour de l'anneau $r_1 < |x| < r_2$, représente, tant que t reste réel, une fonction continue de t, puisqu'on a alors $|f(z) - e^{it}| > \frac{1}{6}$; mais cette intégrale, qui représente le nombre de racines de l'équation $f(z) = e^{it}$ à l'intérieur de notre couronne, a pour valeur un nombre entier positif ou zéro et est, par conséquent, constante. Nous avons vu, d'autre part, que notre intégrale ne peut s'annuler pour $t = t_0$, elle sera donc également diffé-

rente de zéro pour $t = 0$, d'où l'on conclut que l'équation $f(z) - 1 = 0$ doit avoir, contrairement à l'hypothèse, une racine au moins à l'intérieur de la couronne $r_1 < |x| < r_2$. C. Q. F. D.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le changement d'orientation d'un obstacle donné dans un courant fluide.* Note de M. **Henri Villat**, présentée par M. Émile Picard.

On sait que la méthode Helmholtz-Levi-Cività, pour déterminer le mouvement, avec sillage, d'un fluide autour d'un solide, introduit une restriction sur la forme de ce solide. Si, par exemple, l'obstacle, présentant un bec à l'avant, est constitué par deux lames faisant avec le courant général (de vitesse 1 à l'infini) des angles $\delta \pm \alpha$, le rapport des longueurs des deux lames est déterminé. Cette anomalie provient de ce qu'on a admis comme évident que le *point mort* (où le courant se divise pour entourer l'obstacle) coïncidait avec le bec de l'obstacle. Or ceci n'est vrai que pour une valeur de l'inclinaison δ, les longueurs des lames et leur angle 2α étant donnés. Si l'inclinaison change, *le point mort se déplacera sur une des lames* L_1 et *il se formera le long d'une partie de l'autre* L_2, *une plage de fluide mort*, séparée du fluide en mouvement par une ligne de glissement λ, où la vitesse v_1 sera bien déterminée (< 1).

Le calcul confirme cette manière de voir. Le problème se met en marche à l'aide d'une représentation conforme (cf. *Comptes rendus*, 24 avril 1911), faisant correspondre au fluide, par l'intermédiaire d'un plan $f = \varphi + i\psi$, l'aire d'une demi-couronne circulaire dans un plan t, les bords rectilignes correspondant aux lignes de glissement. Cette représentation introduit quatre paramètres A, γ, ω_1, ω_3. Je montre qu'il suffit alors de trouver une fonction $\Omega(t)$, régulière dans cette aire, et dont on connaît la partie réelle sur les frontières circulaires, la partie imaginaire sur les bords rectilignes. Je trouve ici pour cette fonction :

$$\Omega(t) = i \log \frac{\sigma\left(\frac{\omega_1}{i\pi}\log t - \frac{\omega_1}{\pi} s_0\right)}{\sigma\left(\frac{\omega_1}{i\pi}\log t + \frac{\omega_1}{\pi} s_0\right)} + \left(\frac{2\eta_1\omega_1}{\pi^2} s_0 + \frac{\log v_1}{\pi}\right)\log t + \pi - \alpha - \delta,$$

où l'on a adopté les notations ordinaires des fonctions elliptiques, et où $\log t$ a sa détermination principale. Le point e^{is_0} est le point du plan t qui corres-

pond au point mort; cela entraîne

$$\gamma\frac{\omega_1}{\pi}s_0 = \frac{(2e_1 - e_3)\wp\frac{i\gamma}{2} + e_1^2 + e_2 e_3}{\wp\frac{i\gamma}{2} - e_3}.$$

L'existence de la fonction Ω exige en outre

$$-\frac{\omega_3}{i\omega_1}\log\varphi_1 = s_0 + 2\alpha - \pi.$$

L'orientation de l'obstacle est fixée en écrivant que la vitesse du courant à l'infini est horizontale; cela donne

$$i\log\frac{\sigma_3\left(\frac{\omega_1}{\pi}s_0 + \frac{i\gamma}{2}\right)}{\sigma_3\left(\frac{\omega_1}{\pi}s_0 - \frac{i\gamma}{2}\right)} + \left(\frac{\eta_1}{\pi} - \frac{i}{2\omega_3}\right)s_0\gamma + \frac{i}{2\omega_3}(\pi - 2\alpha)\gamma + \alpha - \delta = 0.$$

Enfin on a une condition à écrire pour que la portion utile de L_2 soit alignée avec le point de L_1 (bec de l'obstacle) d'où se détache la ligne λ, et deux autres conditions pour que les deux lames aient des longueurs données. D'où six relations pour six inconnues A, γ, ω_1, ω_3, s_0, φ_1.

Il est loin d'être évident : 1° que la détermination de ces six constantes soit possible; 2° que le mouvement obtenu soit physiquement acceptable.

Je démontre que *le problème est possible, et la solution acceptable entre certaines limites pour l'inclinaison* δ. Il est clair que si δ devient suffisamment grand, la lame arrière disparaît dans le sillage de la lame avant : on retombe alors sur un problème traité notamment par lord Rayleigh. Si δ augmente encore, la lame arrière peut revenir empiéter sur l'autre bord du sillage de la lame avant : on a alors un problème analogue au précédent, et qui s'élucide de même.

Les choses se modifient profondément si l'inclinaison croît encore, de manière que l'obstacle se présente au courant, *bec en arrière*. Dans ce cas, sauf pour une valeur de l'inclinaison pour laquelle le point mort coïncide avec le bec, il se formera encore *une plage de fluide mort* au voisinage du point commun aux deux lames, avec une ligne de glissement λ. Ici la condition d'alignement du problème antérieur disparaît. Mais *la nécessité que la ligne* λ *reste en avant des lames exige que le rayon de courbure de* λ, *au point le plus voisin du point mort*, *soit différent de zéro*. D'où le nombre d'équations nécessaires. La discussion de ce cas est notablement moins

délicate que celle du cas traité au début. La ligne λ ne présente pas d'inflexion.

Des considérations du même ordre permettent d'élucider de nombreux problèmes d'hydrodynamique, où jusqu'ici l'on se heurtait à une impossibilité. Citons notamment le problème des deux lames parallèles placées dans un courant, la plus grande derrière l'autre (les difficultés relatives à la position même de ce problème ont été signalées par M. M. Brillouin. (Cf. *Annales de Chimie et de Physique*, juin 1911; *Comptes rendus*, juillet 1911.)

Les calculs numériques relatifs au problème traité dans cette Note sont accessibles. J'en publierai une Table dans le Mémoire détaillé.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des effets diélectriques dans les gaz.* Note de M. G. **Millochau**, présentée par M. E. Bouty.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 1er avril 1912, p. 874), M. Aubertin signale qu'en déchargeant un condensateur à travers une résistance à eau et une étincelle dans un gaz, il reste dans le condensateur un résidu de charge.

Ce phénomène m'ayant également frappé, au cours de travaux sur la décharge dans les tubes de Geissler, je le signalai, dans le commencement de mars 1912, à M. Bouty, qui me conseilla d'examiner la question de plus près et mit gracieusement à ma disposition, pour ces recherches, la batterie de 7500 accumulateurs de son laboratoire.

Le dispositif employé pour cette étude a été le suivant:

Un interrupteur bipolaire permet de charger un condensateur de capacité C, au moyen de la batterie, et, tout en coupant la communication avec celle-ci, de décharger aussitôt ce condensateur à travers le circuit, comprenant le tube spectral (ou une étincelle dans l'air). On peut interposer, dans ce circuit, soit une self-induction, soit une résistance liquide.

Un électromètre relié aux armatures du condensateur permet de suivre les variations du potentiel V de celui-ci.

Nous avons fait varier C de 0,005 microfarads à 0,064 et V de 0 à 6000 volts seulement, n'ayant pas à notre disposition d'électromètre permettant une mesure supérieure.

La résistance liquide est restée la même au cours de ces premiers essais (environ 1 mégohm).

Ces expériences ont montré que la différence de potentiel V_1, nécessaire

pour amorcer la décharge dans un tube spectral, est légèrement variable suivant le mode de décharge; elles ont mis en évidence l'existence d'une limite inférieure V_2 du potentiel, pour lequel la décharge cesse.

Le Tableau suivant donne les résultats obtenus avec divers gaz :

	Limite supérieure V_1		Limite inférieure V_2		
Tube employé.	avec résistance liquide.	avec self ou directement.	avec résistance liquide.	avec self-induction.	directement.
Oxygène, pression : $6^{mm},6$.	4500 v	4450 v	2000 v	500 v à 600 v	1000 v
Hydrogène électrolytique, $p =$ env. 3^{mm}.........	1450	1250	1300	variable (¹) 200 à 300	variable parfois 0
Vapeur donnant le second spectre de l'hydrogène, $p = 5^{mm}$.............	2610	2430	1750	variable	variable
Hydrogène du formiate de potasse chauffé, $p = 6^{mm},9$...........	2750	2600	2000	variable env. 1500	variable env. 1000
Étincelle dans l'air......	2200	?	1400	variable	variable

Nous avons également remarqué que dans le tube d'hydrogène (du formiate) à la pression de $6^{mm},9$, lorsqu'il s'est produit une première décharge au potentiel V_1, on ne peut obtenir une autre décharge, avec le même potentiel, que 5 ou 6 secondes après l'autre; tout se passe donc comme si la rigidité diélectrique avait été temporairement augmentée par la décharge. Cet effet serait plus important que celui de l'ionisation, qui, à elle seule, devrait produire l'effet inverse.

La rapidité avec laquelle les électrodes sont chargées modifie aussi la valeur de V_1 qui est d'autant plus forte que cette charge se produit plus lentement.

Nous avons indiqué (*Comptes rendus*, 30 octobre 1911, p. 800) que si l'on décharge un condensateur de 0,005 microfarad dans un certain tube spectral, on obtient :

1° Avec une résistance à eau (de l'ordre de 1 mégohm) dans le circuit, une décharge continue d'une durée de l'ordre du centième de seconde;

2° Avec une self-induction de 0,005 henry, une décharge oscillante dont la période est de l'ordre du quarante-millième de seconde;

3° Directement, une décharge brusque, oscillante de période plus courte que le trois-cent-millième de seconde.

(¹) Variable avec les valeurs de C et de V.

Les irrégularités de V_2, constatées dans les deux derniers cas, lorsque C et V varient, alors que la décharge continue donne, pour chaque tube, une valeur de V_2 constante et indépendante de la quantité d'électricité mise en jeu, confirme ce que l'on pouvait prévoir d'après ce que l'on sait de l'ionisation des gaz, que la reconstitution du diélectrique dans son état initial, exige un temps appréciable, de l'ordre de 10^{-4} seconde. Les remarques faites par M. Aubertin sur la variation de V_1 avec la résistance conduiraient à la même conclusion, puisqu'il a constaté que cette limite diminue avec la durée de la décharge.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination de la densité du camphre au moyen des densités de ses dissolutions dans différents liquides.* Note de M. **H. Malosse**, présentée par M. Armand Gautier.

Les dissolvants dont je me suis servi sont indiqués ci-après avec leurs densités a, à 20° par rapport à l'eau à 4° :

Dissolvants.	a_4^{20}.
Alcool à 99° C.	0,7930
Acétone	0,7970
Alcool méthylique	0,8123
Alcool à 90° C.	0,8330
Benzène	0,8802
Acétate d'éthyle	0,8973
Huile d'olive	0,9141
Diméthylaniline	0,9576
Acide acétique	1,0502
Tétrachlorure de carbone	1,5930

p désignant les grammes de camphre dans 100g de dissolution, et d_4^{20} les densités des dissolutions, les résultats de mes expériences sont représentés dans le Tableau suivant :

	d_4^{20}.									
p.	C^2H^6O à 99° C.	C^3H^6O.	CH^4O.	C^2H^6O à 90° C.	C^6H^6.	$C^2H^3O^2.C^2H^5$.	Huile d'olive.	$(CH^3)^2N.C^6H^5$.	$C^2H^4O^2$.	CCl^4.
0..	0,7930	0,7970	0,8123	0,8330	0,8802	0,8973	0,9141	0,9576	1,0502	1,5930
10..	0,8106	0,8135	0,8276	0,8457	0,8885	0,9041	0,9188	0,9580	1,0414	1,5295
20..	0,8264	0,8303	0,8425	0,8587	0,8966	0,9109	0,9235	0,9583	1,0328	1,4664
30..	0,8438	0,8469	0,8580	0,8707	0,9250	0,9177	0,9282	0,9589	1,0235	1,4033
40..	0,8615	0,8635	0,8731	»	0,9135	0,9244	»	0,9540	1,0149	1,3398
50..	0,8782	»	0,8883	»	0,9214	0,9311	»	0,9598	1,0061	1,3082
60..	»	»	»	»	»	»	»	0,9603	0,9973	»

En portant les valeurs de p en abscisses et celles de d_4^{20} en ordonnées, le graphique obtenu montre que les lignes figuratives des densités en fonction du tant pour cent de camphre sont des droites qui, prolongées, coupent l'ordonnée élevée au point 100 de l'axe des abscisses, respectivement à

0,963; 0,963; 0,964; 0,962; 0,963; 0,965; 0,961; 0,962; 0,962; 0,961.
Moyenne = 0,963.

Ces droites peuvent, sans erreur sensible, être considérées comme se confondant respectivement avec celles qu'on obtient en joignant ce point moyen 0,963 avec les points de l'axe des ordonnées qui représentent les densités a des différents dissolvants.

Les premières droites ont en effet pour équation

$$b = \frac{y-a}{x},$$

et les secondes

$$b' = \frac{0,963 - a}{100}.$$

Or le Tableau suivant montre que l'erreur commise en posant

$$\frac{y-a}{x} = \frac{0,963 - a}{100}$$

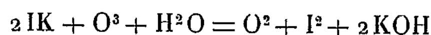
est absolument négligeable :

Dissolvants.	b. 0,00.	b'. 0,00.
C^2H^6O	+1700	+1700
C^3H^6O	+1660	+1660
CH^4O	+1507	+1520
C^2H^6O	+1300	+1290
C^6H^6	+0828	+0828
$C^2H^3O^2.C^2H^5$	+0657	+0687
Huile d'olive	+0489	+0470
$(CH^3)^2N.C^6H^5$	+0054	+0044
$C^2H^4O^2$	−0872	−0882
CCl^4	−0630	−0633

Le point moyen de convergence des lignes de densité des dissolutions de camphre semble donc pouvoir, par extrapolation, il est vrai, mais néanmoins avec une probabilité très voisine de la certitude, donner la densité du camphre solide, soit, approximativement, 0,963, d'après les déterminations sus-indiquées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les periodates alcalins.*
Note de M. V. **Auger**, présentée par M. A. Haller.

On sait que les iodures alcalins en solution aqueuse, soumis à l'action de l'ozone, s'oxydent avec mise en liberté d'iode. A la première réaction



$$2\,IK + O^3 + H^2O = O^2 + I^2 + 2\,KOH$$

succède immédiatement la formation d'hypoiodite d'après

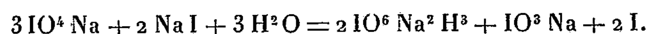


$$I^2 + 2\,KOH \rightleftharpoons IOK + IK + H^2O$$

et enfin l'hypoiodite se transforme très rapidement en iodure et iodate, de sorte que la quantité d'iode libre est toujours très faible. Garzarolli-Thurnlackh (¹) a cru pouvoir affirmer qu'il se forme en outre du periodate, mais la réaction sur laquelle il se base pour en prouver l'existence est mal choisie et de nature à induire en erreur : en effet, il précipite la solution ozonisée par $AgNO^3$, et traite le précipité par une solution de NaCl pour transformer en sel de sodium l'iodate et le periodate formés; puis, après avoir ajouté un iodure à cette solution, il y fait passer un courant de CO^2 qui provoque la mise en liberté d'iode par l'action du periodate sur l'iodure. A ce sujet, l'auteur dit expressément, en note : « Je me suis assuré qu'un mélange d'iodure et d'iodate, soumis à l'action d'un courant de CO^2 pendant 2 heures, ne produit aucune coloration. » En fait, au moment même du mélange des solutions d'iodure et d'iodate saturées de CO^2, il y a mise en liberté immédiate d'iode, et la quantité de celui-ci croît rapidement; il est vrai qu'on arrive à restreindre cette mise en liberté d'iode par l'addition d'une certaine quantité de bicarbonate alcalin; mais pour qu'au bout de 2 heures il n'y ait que des traces d'iode libéré, il faut ajouter environ 6^{mol} de bicarbonate alcalin pour 1^{mol} d'iodate, et le cas ne s'est certainement jamais présenté dans les expériences de l'auteur. De mon côté, en opérant avec cette addition nécessaire de bicarbonate, je n'ai pu déceler la présence de periodate, et il en a été de même par l'emploi de réactions aussi sensibles, telles que la coloration des sels d'argent, qui en présence de faibles quantités de periodate donnent un précipité de couleur foncée, contenant du periodate basique d'argent.

(¹) *Monatsb.*, t. XXII, p. 955.

Dans le courant de son étude sur les periodates, Garzarolli-Thurnlackh s'est trouvé sur deux points en contradiction avec les résultats publiés par Péchard [1]. Le premier point est relatif aux proportions d'iode et d'iodate formés par l'oxydation de l'iodure au moyen de l'ozone; l'équilibre qui s'établit rapidement dans cette réaction correspond à la mise en liberté d'une quantité d'iode qui reste à peu près constante et toujours assez faible, pendant que la proportion d'iodate augmente de plus en plus; il n'y a donc pas lieu d'assimiler cette réaction à celle d'un periodate formé tout d'abord, réagissant ensuite sur l'iodure, comme l'a cru Péchard. Le second point se rapporte à l'action des iodures sur les periodates; Garzarolli-Thurnlackh a trouvé que la quantité d'iode libéré est de $\frac{1}{10}$ de celle qui serait formée par réduction totale du periodate par l'iodure, tandis que Péchard a trouvé que la mise en liberté d'iode correspond à $\frac{1}{12}$, au bout de 1 heure environ, d'après



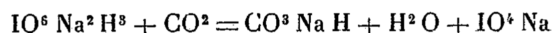
$$3\,IO^4Na + 2\,NaI + 3\,H^2O = 2\,IO^6Na^2H^3 + IO^3Na + 2\,I.$$

En réalité, les résultats des deux auteurs ont été faussés par la présence de l'acide carbonique de l'air qui agit rapidement sur le periodate basique formé. Ces expériences exécutées avec toutes les précautions nécessaires m'ont montré que la réaction citée plus haut est immédiate; que la réaction



$$2\,IO^6Na^2H^3 + 2\,I = 3\,IO^3Na + 2\,INa + 3\,H^2O,$$

provoquant la destruction de l'iode formé, commence immédiatement et qu'au bout de 1 heure, il en a disparu près de 50 pour 100. Si l'on opère en vase ouvert, le periodate basique se carbonate en reformant du periodate neutre qui met en liberté de nouvelles quantités d'iode, de sorte que le taux de celui-ci reste sensiblement constant pendant cette période de 1 heure, pendant laquelle il se forme de l'iodate d'après les réactions



$$IO^6Na^2H^3 + CO^2 = CO^3NaH + H^2O + IO^4Na$$

et



$$IO^4Na + 2\,INa + CO^2 + H^2O = IO^3Na + I^2 + 2\,NaHCO^3.$$

Dans ce dernier cas la solution ne se décolore jamais totalement, comme l'a montré Garzarolli-Thurnlackh qui ne s'est pas rendu compte de la raison de ce phénomène.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 128, p. 1101, et t. 130, p. 1705.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Emploi des méthodes de volumétrie physico-chimique au dosage des éléments de l'eau.* Note de M. F. **Dienert**, présentée par M. A. Müntz.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1504), M. Guillerd et moi avons montré comment on pouvait doser quelques éléments chimiques par les méthodes de volumétrie physico-chimique. Nous ajoutions, à la fin de la Note, « que ces dosages sont facilités quand on a déjà une idée de la concentration des éléments à doser ».

Nous rappellerons un procédé classique pour connaître la proportion approximative de magnésie dans une eau. On prend le degré hydrotimétrique, on le multiplie par 5,731 et l'on obtient la quantité de chaux et de magnésie par litre, exprimées en chaux (CaO); on fait ensuite le dosage de la chaux totale contenue dans 1^l d'eau. La différence entre ces deux chiffres représente la quantité de magnésie exprimée en chaux. En divisant ce nombre par 1,4, on connaît la quantité approximative de magnésie contenue dans 1^l d'eau.

Un calcul et quelques dosages simples permettent également de connaître la quantité approximative d'acide sulfurique.

La conductibilité chimique d'une eau est la somme des conductibilités dues aux sels dissous. Ces sels sont les carbonates, les silicates, les nitrates, les chlorures et les sulfates. Quand ils sont à un état de dilution convenable (comme dans les eaux douces), la conductibilité électrique de chacun d'eux est sensiblement proportionnelle au poids de sel dissous.

Les carbonates et silicates sont donnés par le dosage de l'alcalinité de l'eau, l'azote nitrique représente les nitrates, le chlore les chlorures, l'anhydride sulfurique les sulfates. D'autre part, dans les eaux douces, ces différents acides sont très sensiblement neutralisés par les mêmes bases.

Dans ces conditions, nous pouvons écrire l'égalité suivante :

$$a \times \text{alcalinité (exprimée en CaO)} + b \times \text{azote nitrique} + c \times \text{chlore} + d \times SO^3 = \frac{100000}{\text{résistivité électrique de l'eau}},$$

qui exprime que la conductibilité totale est égale à la somme des conductibilités de chacun des sels dissous dans l'eau (représentés par les acides).

a, *b*, *c*, *d* sont des coefficients qu'on peut obtenir par l'expérience : *a* est déterminé

par quelques analyses d'eau connaissant b, c, d. Ces derniers coefficients sont obtenus en ajoutant à une eau, de conductibilité électrique connue, un poids connu, soit de nitrate de soude, soit de chlorure de sodium, soit de sulfate de soude.

Avant toute addition de sel, l'eau a une résistivité électrique ρ et l'on peut écrire l'égalité suivante :

$$A = \frac{100\,000}{\rho},$$

après addition de 10^{mg} d'azote nitrique par exemple, l'eau a une résistivité ρ' et l'on peut écrire l'égalité

$$A + 10b = \frac{100\,000}{\rho'}, \qquad \text{d'où} \qquad b = 10\,000\left(\frac{1}{\rho'} - \frac{1}{\rho}\right).$$

Nous avons trouvé, par expérience,

$$a = 0{,}29, \qquad b = 0{,}77, \qquad c = 0{,}30, \qquad d = 0{,}21.$$

Si, dans une eau, on titre l'alcalinité, l'azote nitrique, le chlore et la résistivité électrique, il est facile de trouver SO^3 de notre précédente formule. Le résultat ainsi obtenu est suffisant pour pouvoir employer la méthode de volumétrie physico-chimique, destinée à un dosage plus précis.

Voici quelques résultats obtenus avec des eaux très différentes :

	Cl.	Az.	SO^3 trouvé.	SO^3 calculé.
	mg	mg	mg	mg
Eau de la Loire	6	0,5	11	13
Eau de la Dhuys	6	3	5	6
Eau d'égout traitée sur lit bactérien	64	18	112,5	128

Réciproquement, connaissant la résistivité électrique d'une eau, on peut, par l'égalité précédente, contrôler une analyse d'eau comportant comme éléments dosés l'alcalinité, l'azote nitrique, le chlore, l'acide sulfurique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *De l'emploi de l'oxygène sous pression pour doser le carbone total des ferro-alliages.* Note de MM. **P. Mahler** et **E. Goutal**, présentée par M. Ad. Carnot.

Nous avons publié, au mois de septembre dernier [1], que la combustion,

[1] *Comptes rendus*, t. 153, p. 549.

au sein de l'obus calorimétrique, permet de doser le carbone des aciers. Depuis cette époque, nous avons continué l'étude du procédé; nous en avons perfectionné l'application pratique et nous avons démontré qu'il s'applique avec la même simplicité et la même précision à la détermination du carbone des ferro-alliages, même les plus réfractaires.

Nous avons étudié un grand nombre d'échantillons dus à la complaisance de divers établissements métallurgiques. Les prises d'essai, dans nos expériences, ont varié de $0^g,50$ à 3^g, suivant la teneur présumée en carbone.

Pour obtenir une combustion complète et la parfaite oxydation du métal, nous avons reconnu qu'en plus d'un fondant, tel que l'oxyde de plomb, dont nous avons parlé au cours de notre précédente Communication, il est nécessaire d'employer un combustible auxiliaire.

Le combustible auxiliaire est utilisé, depuis longtemps, pour la combustion calorimétrique des corps difficiles à brûler. Nous avons étudié l'emploi du manganèse aluminothermique et du fer métallique en fines perçures. C'est, finalement, le fer métallique de teneur connue en carbone que nous avons adopté; il a pour avantage de diminuer, dans la masse à oxyder, la teneur moyenne de l'élément réfractaire. L'emploi du fer métallique est légitime, puisque l'on peut, dans l'appareil même, fixer la teneur en carbone du métal, pris comme combustible auxiliaire, sur une prise d'essai de 10^g et au delà. Dans cet emploi du fer métallique, nous nous sommes trouvés d'accord avec M. de Nolly qui s'en sert dans son ingénieuse méthode pour brûler les ferro-alliages ([1]).

Nous avons reconnu que l'on obtenait, en général, une bonne combustion en ajoutant à la prise d'essai deux à trois fois son poids de fer métallique et la moitié de la charge totale en oxyde de plomb ou en oxyde de cuivre. Toutefois, dans notre appareil, on réalise difficilement la combustion complète, si la masse totale à brûler n'atteint pas au moins 3^g. Dans le cas d'une prise d'essai de faible poids, par exemple celle d'un métal très carboné, il faut donc forcer la proportion de fer métallique.

D'une façon générale, les teneurs en carbone que nous indiquons plus loin ont été obtenues comme il suit :

On déterminait le carbone d'une charge composée de la prise d'essai du métal, d'un certain poids de fer métallique et d'un peu d'oxyde de plomb. On fixait ensuite le carbone d'une charge composée du même poids de fer métallique et d'oxyde de plomb, la soude titrée servant de réactif

---

([1]) DE NOLLY, *Revue de Métallurgie*, 1911, p. 391 et 717.

alcalin pour l'absorption de l'anhydride carbonique, l'acide sulfurique étendu étant employé pour le titrage en présence de la phtaléine du phénol. Dans les deux expériences, on opérait d'une façon identique, même pression, même volume de liqueurs de titrage et de lavage. En conséquence, la différence des résultats était exactement égale à la quantité de carbone cherchée, toutes les causes d'erreur, connues ou inconnues, étant éliminées. Nos combustions ont été réalisées sous des pressions variant de 5^{atm} à 10^{atm}.

Nous donnons ci-dessous un Tableau qui les résume et qui donne la comparaison de nos résultats (colonne I) avec ceux obtenus par les laboratoires des usines (colonne II). La colonne III indique les résultats que nous avons trouvés, en traitant quelques-uns des ferro-alliages au four électrique. Nous donnons ces derniers résultats à titre de comparaison seulement, car nous regardons l'emploi du four électrique comme bien moins sûr que notre méthode.

Désignation du métal.	Carbone pour 100.		
	I.	II.	III.
Ferro-manganèse à 81 pour 100 de manganèse (Creusot).....	5,81	5,83	»
Silico-spiegel à 18 pour 100 de manganèse à 8,7 pour 100 de silicium (Creusot).....	2,47	2,42	»
Ferro-chrome à 67 pour 100 (Soc. métal. du Giffre)........	0,81	0,75	»
Ferro-chrome à 70,19 pour 100 (Soc. métal. du Giffre).....	3,53	3,40	»
Ferro-chrome à 73,37 pour 100 (Soc. métal. du Giffre).....	6,20	5,80	»
Ferro-chrome à 67,1 pour 100 (Creusot).................	6,70	6,53	»
Ferro-chrome à 68,8 pour 100 (Forges et Aciéries de la Marine, M. de Nolly).....................	10,56	10,64	9,73
Ferro-silicium à 26,20 pour 100 de silicium (Creusot)......	0,183	0,14	0,13
Ferro-silicium à 74,80 pour 100 de silicium (Forges et Aciéries de la Marine, M. de Nolly)........................	0,198	0,12	0,11
Ferro-tungstène à 85,28 pour 100 de tungstène (Creusot)....	0,89	0,87	»
Ferro-vanadium à 43,8 pour 100 de vanadium (M. de Nolly).	3,65	3,81	3,65
Ferro-vanadium à 41 pour 100 de vanadium (M. de Nolly)...	0,317	0,32	»
Ferro-molybdène à 74,225 pour 100 de molybdène (M. de Nolly)	3,67	4,09	3,70
Ferro-aluminium à 16,75 pour 100 d'aluminium (M. de Nolly).	0,785	0,95	»
Ferro-titane à 20,40 pour 100 de titane (M. de Nolly)......	0,06	0,10	»
Chrome aluminothermique à 96,75 pour 100 de chrome (M. de Nolly)................................	0,185	0,18	»

Nos chiffres sont assez souvent différents de ceux des usines, tantôt en plus, tantôt en moins. Il convient de remarquer que notre méthode admet des prises d'essai d'un poids bien supérieur aux prises d'essai que permettent

les autres procédés. Au sein de l'obus, la combustion est complète, sans trace appréciable d'oxyde de carbone.

Des corps acides, pouvant résulter de la combustion vive de certains alliages, tels que l'acide vanadique et l'acide molybdique, se condensent à l'état pulvérulent sur les parois de l'obus; aucune partie de ces acides ne saurait contribuer à surcharger le dosage. Enfin, à la fin de l'opération, on trouve le résidu fondu dans la capsule et l'on peut examiner ce résidu. Nous n'avons jamais admis comme bonnes que les combustions laissant un résidu parfaitement fondu et homogène.

Nous croyons que notre méthode rendra des services aux industriels et aux savants, en leur donnant le moyen de doser le carbone des ferro-alliages réfractaires, avec une sécurité et une facilité que n'offrent pas les autres procédés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation catalytique de la benzylidène-acétone.* Note de M. G. **Vavon**, présentée par M. Haller.

On peut aisément réduire la benzylidène-acétone dissoute dans l'éther ou l'acétate d'éthyle en l'agitant dans une atmosphère d'hydrogène en présence de noir de platine comme catalyseur. On fixe ainsi jusqu'à 10^{at} d'hydrogène par molécule, cette cétone se transformant alors en cyclohexylbutanol $C^6H^{11}CH^2CH^2CHOHCH^3$.

La vitesse d'absorption du gaz, très grande au début, diminue bientôt et la réaction ne se termine que lentement.

Voici à titre d'exemple la marche d'une de ces expériences :

Benzylidène acétone	13^g
Éther ordinaire	30
Platine	6

Volumes absorbés.	Temps comptés à partir du début.	Temps mis pour absorber 2^l.
2^l	6^m	6^m
4	17	11
6	44	27
8	74	30
10	130	56

On voit que la réduction est surtout rapide pendant la fixation des quatre premiers atomes d'hydrogène.

Étant donnée l'allure de la variation de la vitesse en fonction du volume absorbé, j'ai été conduit à penser que l'hydrogénation se faisait peut-être en plusieurs temps, ainsi que je l'avais déjà constaté pour le limonène et la carvone [1]. L'expérience a complètement vérifié cette prévision et *l'on peut, en arrêtant l'opération au moment convenable obtenir à volonté la phénylbutanone, le phénylbutanol ou le cyclohexylbutanol.*

Phénylbutanone. — $C^6H^5 - CH^2 - CH^2\,CO - CH^3$.

Pour préparer cette cétone on arrête la réduction de la benzylidène-acétone au moment où se trouvent absorbés 22^l d'hydrogène par molécule de cétone. Le produit ainsi obtenu est presque uniquement constitué par la phénylbutanone. On la purifie en passant par le dérivé bisulfitique. C'est un liquide bouillant à 110°-112° sous 12^{mm} de densité $d_4^{17} = 0{,}992$ et d'indice $n_D^{17} = 1{,}514$.

Son oxime se présente sous forme de longues aiguilles fondant à 87°.

Phénylbutanol. — $C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CHOH - CH^3$.

En arrêtant la réduction de la benzylidène-acétone un peu avant d'avoir fixé 4^{at} d'hydrogène par molécule de cétone, on a un liquide formé de phénylbutanol contenant seulement un peu de benzylacétone non réduite. On purifie l'alcool en passant par un éther, comme le benzoate, à point d'ébullition très différent de celui de la cétone. Par rectification et saponification, on obtient un liquide à odeur très agréable et répondant à la formule $C^{10}H^{14}O$. Il bout à 115°-116° sous 12^{mm}, a comme densité $d_4^{17} = 0{,}976$ et comme indice $n_D^{17} = 1{,}513$.

Acétate : Ébullition 123°-124° sous 13^{mm} ; $n_D^{16} = 1{,}489$; $d_4^{16} = 0{,}991$.

Benzoate : Ébullition 195° sous 12^{mm} ; $n_D^{15} = 1{,}545$; $d_4^{15} = 1{,}058$.

Cyclohexylbutanol. — $C^6H^{11} - CH^2 - CH^2 - CHOH - CH^3$.

La réduction complète de la benzylidène-acétone conduit au cyclohexybutanol. C'est un liquide à odeur agréable rappelant celle du phénylbutanol. Il bout à 112° sous 14^{mm}, a comme densité $d_4^{17} = 0{,}905$ et comme indice $n_D^{17} = 1{,}467$.

Acétate : Ébullition 115°-116° sous 12^{mm} ; $n_D^{14} = 1{,}450$; $d_4^{14} = 0{,}932$.

Benzoate : Ébullition 190° sous 12^{mm} ; $n_D^{14} = 1{,}512$; $d^{14} = 1{,}009$.

Il est à remarquer que l'hydrogénation du noyau benzénique par la méthode au noir de platine n'est pas spéciale à la benzylidène-acétone. Je l'ai en effet obtenue pour le benzylidène-camphre, l'acétophénone et aussi pour des carbures benzéniques, comme la benzine, le toluène, l'éthylbenzène.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1675 et t. 153, p. 68.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'aldéhyde hexahydrobenzoïque.* Note de M. **Jules Frézouls**, présentée par M. Haller.

Dans une précédente Note (¹) j'ai montré, en collaboration avec M. Godchot, que l'aldéhyde hexahydrobenzoïque est susceptible de se combiner à l'acide cyanhydrique pour donner le nitrile-alcool correspondant et que ce dernier, par saponification, donne l'acide hexahydrophénylglycolique. Cette Note a pour but de faire connaître quelques nouveaux dérivés de cette aldéhyde.

I. *Condensation avec l'anhydride acétique en présence d'acétate de sodium anhydre.*

J'ai chauffé à 180° pendant 8 heures l'aldéhyde hexahydrobenzoïque avec l'anhydride acétique, en présence d'acétate de soude fondu, dans le but d'obtenir, suivant la réaction de Perkin, l'acide hexahydrocinnamique. Le résultat a été négatif; il en a été de même dans un essai en tube scellé à la température de 200°-210°. Dans les deux cas, l'aldéhyde s'est d'abord polymérisée et le dimère, $(C^6H^{11}CHO)^2$, qui s'est formé n'a plus réagi. Le poids d'aldéhyde introduit dans la réaction se retrouve du reste, à la fin de l'opération, transformé en dimère déjà décrit par Wallach (²).

II. *Condensation avec le cyanure de potassium.*

Lorsqu'on chauffe l'aldéhyde hexahydrobenzoïque en présence de cyanure de potassium, on obtient le même résultat que dans l'opération précédente. Il y a donc lieu de penser que tous les essais de condensation avec l'aldéhyde hexahydrobenzoïque nécessitant l'intervention de la chaleur doivent aboutir à la production des produits de polymérisation de cette aldéhyde. Cette tendance remarquable à la polymérisation différencie nettement l'aldéhyde hexahydrobenzoïque de l'aldéhyde benzoïque et semble la rapprocher, dans une certaine mesure, des aldéhydes grasses. A la température ordinaire, les essais de condensation m'ont donné de meilleurs résultats.

III. *Hexahydrobenzylidène-acétophénone*



$$C^6H^{11}-CH=CH-CO-C^6H^5$$

On mélange une molécule d'aldéhyde hexahydrobenzoïque à une molécule d'acétophénone et l'on ajoute 3^{cm^3} ou 4^{cm} de méthylate de soude à 20 pour 100. Le mélange s'échauffe; on le refroidit aussitôt et on l'abandonne 2 ou 3 jours à la tempé-

(¹) Godchot et Frézouls, *Comptes rendus*, t. 150, p. 1248.
(²) Wallach, *Ann. der Chemie*, t. CCCXLVII, p. 331.

rature d'environ 10°. On lave ensuite à l'eau jusqu'à réaction neutre, et l'on distille l'excès d'acétophénone et d'aldéhyde sous pression réduite. Le résidu, repris par l'alcool bouillant, abandonne par refroidissement l'hexahydrobenzylidène-acétophénone. Ce composé se présente sous la forme de fines aiguilles incolores, fusibles à 167°-168°, très solubles à chaud dans l'alcool, peu solubles à froid, très solubles dans l'éther et l'acétone.

IV. *Benzylidène-hexahydroacétophénone*



$$C^6H^5-CH=CH-CO-C^6H^{11}.$$

J'ai obtenu l'isomère du corps précédent en condensant, en présence de méthylate de soude à 20 pour 100, une molécule d'aldéhyde benzoïque et une molécule d'hexahydroacétophénone.

L'hexahydroacétophénone a été préparée par l'action de l'aldéhyde acétique sur le bromure de cyclohexylmagnésium, ainsi que l'ont indiqué Bouveault (1) et M. Godchot (2). La benzylidène-hexahydroacétophénone, isolée comme la combinaison décrite plus haut, cristallise dans l'alcool sous forme de grandes lamelles incolores, fusibles à 58°-59°, très solubles à chaud dans l'alcool, peu à froid, peu solubles dans l'éther. Le brome agit à froid sur cette cétone, en solution chloroformique, avec production du dibromure correspondant $C^6H^5-CHBr-CHBr-CO-C^6H^{11}$. Ce dernier forme de longues aiguilles fusibles à 144°-145°.

V. J'ai enfin essayé de combiner, dans les mêmes conditions, l'aldéhyde hexahydrobenzoïque avec l'hexahydroacétophénone de manière à obtenir l'hexahydrobenzylidène-hexahydroacétophénone



$$C^6H^{11}-CH=CH-CO-C^6H^{11}.$$

Un très léger échauffement se manifeste lorsqu'on ajoute le méthylate de soude, mais on n'obtient, après distillation sous pression réduite, qu'un produit huileux qui, abandonné à lui-même pendant un temps assez long, n'a pas cristallisé.

VI. Le rendement dans la préparation de l'hexahydrobenzylidène-acétophénone est de 6 pour 100 du rendement théorique, tandis que celui de la préparation de l'isomère est de 12 pour 100. Si on les compare avec l'excellent rendement (90 pour 100) réalisé dans la préparation de la benzylidène-acétophénone ordinaire par le même procédé, on peut conclure que l'hydrogénation du noyau cyclique correspond certainement à une diminution considérable de l'aptitude aux condensations.

---

(1) Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, 1903, p. 1051.

(2) Godchot, *Comptes rendus*, t. 151, p. 1131.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la concentration des solutions de substances nutritives sur leur absorption par les végétaux.* Note (1) de MM. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

Lorsque les racines d'un végétal plongent dans une dissolution, ses cellules tendent à se mettre en équilibre osmotique avec elle, et l'absorption s'arrête lorsque cet équilibre est réalisé. Mais, si les substances dissoutes sont susceptibles de servir d'aliments à la plante, elles sont après leur pénétration décomposées ou transformées plus ou moins rapidement, l'équilibre osmotique qui s'était établi se trouve rompu et l'absorption continue. On peut donc dire, comme on le fait généralement, que c'est *la consommation des substances nutritives qui en règle l'absorption*.

Il en est certainement ainsi avec des solutions suffisamment concentrées, mais il n'en est plus de même avec les solutions *très diluées*, comme celles qu'on rencontre dans le sol : ce n'est pas *la consommation mais la concentration de la solution qui règle l'absorption d'une substance nutritive quelconque*.

On s'en rend aisément compte en remarquant que la pénétration de la substance solide dans la racine est déterminée par la pression osmotique, or celle-ci ne dépend que de la concentration de la solution et lui est proportionnelle (2) : *l'absorption doit donc être proportionnelle à la concentration de la solution, pourvu que les quantités de substance absorbées puissent être assimilées au fur et à mesure de leur pénétration.*

C'est ce qui doit avoir lieu avec les solutions très diluées où les quantités absorbées sont insuffisantes pour satisfaire aux exigences de la vie du végétal.

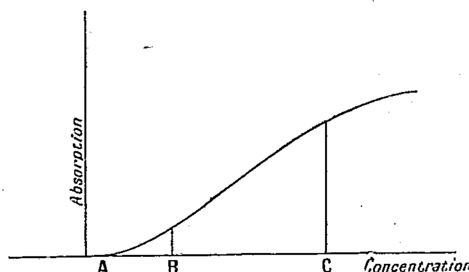
D'autre part, si l'on plonge les racines d'un végétal dans des solutions de plus en plus concentrées, il arrive un moment où l'assimilation de la substance nutritive par la plante ne se fait pas aussi vite que la pénétration; la substance s'accumule dans les cellules : à partir de ce moment, *la pénétration ne dépend pas de la pression osmotique de la solution, mais de la diffé-*

(1) Présentée dans la séance du 10 juin 1912.

(2) Les parois des cellules ne sont pas parfaitement semi-perméables; il y a donc à la fois diffusion et osmose; mais ces phénomènes sont tous deux *proportionnels à la concentration de la solution;* c'est pour simplifier l'exposé que nous n'en faisons intervenir qu'un seul : la pression osmotique.

rence entre cette pression et la pression osmotique du suc des cellules (relative à la substance); l'absorption n'est plus proportionnelle à la concentration, mais elle croît encore avec elle, comme le montrent les résultats de nos expériences.

Nous les avons effectuées par deux méthodes différentes : dans l'une, on mesure les quantités des substances nutritives absorbées par deux lots de plantes *identiques*, plongés dans des solutions de concentration différente; dans l'autre, on mesure les quantités des substances absorbées par un même lot de plantes dont les racines plongent dans des solutions de plus en plus concentrées : en prenant un nombre de plantes assez grand



(25 ou 30 jeunes plants de blé), on peut réduire la durée de chaque expérience à 30 minutes, à la condition d'utiliser pour les dosages les procédés colorimétriques.

Nos expériences ont porté sur l'absorption de l'acide phosphorique, de la potasse, de l'azote nitrique, ammoniacal et organique (urée et solutions organiques obtenues en lessivant des terres végétales par l'eau). Les résultats, que nous ne pouvons rapporter ici, peuvent être résumés ainsi :

Lorsque la concentration de la dissolution est *très petite* (moins de $0^{mg},1$ par litre pour l'acide phosphorique) l'absorption n'a pas lieu [1]; la plante tend au contraire à excréter sous forme minérale ou organique les substances qu'elle a déjà absorbées.

Si la concentration augmente d'une manière continue, l'absorption croît d'abord plus vite que la concentration, jusqu'à une certaine limite à partir de laquelle elle lui est exactement proportionnelle; la proportionnalité ne se maintient pas indéfiniment, il arrive un moment où l'absorption croît

---

(1) Pour que l'absorption puisse se produire, il faut que la pression osmotique ou les forces qui régissent la diffusion soient suffisantes pour vaincre les résistances opposées par les parois des cellules.

moins vite que la concentration et finalement elle tend à en devenir indépendante (la consommation règle alors l'absorption).

L'allure générale du phénomène est représentée par la courbe ci-contre: les concentrations A, B, C qui limitent les dernières régions de la courbe dépendent de la substance absorbée, et aussi de l'état de la plante, de la période végétative à laquelle on la considère.

Notons encore que, dans les solutions très diluées, l'absorption des éléments nutritifs est beaucoup plus rapide que celle de l'eau.

Ces résultats montrent que les eaux du sol, malgré leur faible teneur en éléments fertilisants, doivent jouer, comme l'a fait voir M. Schlœsing fils [1], et comme nous l'avons vérifié nous-même [2] pour l'acide phosphorique, un rôle très important dans l'élaboration des récoltes.

En effet, si les concentrations de l'eau du sol pour tous les éléments nécessaires à la vie du végétal sont supérieures aux concentrations limites C, la nutrition se fera normalement, la récolte ne dépendra que des conditions climatériques. Il n'en sera plus de même si pour tous les éléments, ou même pour un seul, la concentration du sol est inférieure à cette limite; l'absorption de cet élément et, par suite de la loi du minimum, le poids de la récolte seront sous la dépendance de cette concentration.

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur les relations de la plante avec les éléments nutritifs du sol. Loi du minimum et loi des rapports physiologiques.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. E. Roux.

Le rendement d'une culture, effectuée sur un milieu nutritif naturel ou artificiel, se règle, dit-on, sur la substance alimentaire la moins abondante par rapport aux exigences de la plante.

Voilà l'énoncé d'une loi connue en agriculture sous le nom de *loi du minimum*.

Mes recherches sur le développement du maïs en milieu aseptique m'ont permis de constater que cette loi est une conception purement spéculative.

Les relations d'une plante avec son substratum nutritif sont subordonnées, comme on va le voir, à des conditions multiples qui obéissent à une loi que j'appellerai *la loi des rapports physiologiques*.

Soit, par exemple, le milieu suivant (Tableau I) :

---

(1) *Comptes rendus*, t. 137, 1898, p. 236, 237.

(2) *Rev. gén. de Chim. pure et appl.*, 1910.

Tableau I.

Eau distillée.................	1000	Chlorure de manganèse + 4 aq...	0,05
Phosphate de potassium neutre.	1	Chlorure de zinc...............	0,05
Sulfate de magnésium + 7 aq..	0,2	Silicate de potassium...........	0,05
Sulfate ferreux + 7 aq........	0,1	Carbonate de calcium...........	2

Dans ce milieu additionné de 1 pour 1000 de nitrate de sodium ou d'un autre sel azoté à dose équivalente d'azote, le maïs achève son cycle végétatif, de la germination à la maturation des graines, si la solution demeure aseptique.

On y fait pousser des plants de maïs, jusqu'à ce qu'ils aient atteint un poids sec moyen de 10g. A partir de ce moment, on leur offre une solution incomplète pourvue d'un seul élément nutritif, après avoir, bien entendu, siphonné la solution mère et lavé les racines à plusieurs reprises à l'eau distillée.

Dans la solution incomplète la plante vit sur la réserve de matières minérales qu'elle a empruntées à la solution mère; les éléments qui constituent cette réserve présentent entre eux des rapports quantitatifs qui répondent aux conditions physiologiques les plus favorables à la plante, puisque c'est elle qui les a réglés.

L'élément en solution se présente alors en très grand excès par rapport aux autres, et doit vraisemblablement troubler l'évolution de la plante.

Le Tableau II donne des résultats fournis par des pieds de maïs soumis à ce traitement, l'eau distillée étant utilisée comme milieu témoin :

Tableau II.

Nature de l'aliment azoté de la solution mère.	Poids sec de la plante calculé avant l'expérience en grammes.	Substance introduite dans la solution incomplète en grammes pour 1000.	Poids sec à la fin de l'expérience en grammes.	Gain de matières sèches en grammes.	Rapport du gain au poids sec initial.	Durée de l'expérience en jours.
$NO^3.NH^4$......	13,976	NO^3NH^4 — 0,5	40,100	26,224	1,87	49
$NO^3.Na$.......	7,947	NO^3Na — 1	27,38	19,433	2,44	48
$SO^4(NH^4)^2$....	9,751	$SO^4(NH^4)^2$ — 0,5	15,79	6,039	0,61	40
NH^4Cl........	7,315	NH^4Cl — 0,5	13,36	6,045	0,82	39
NO^3Na........	12,002	PO^4HK^2 — 1	33,015	21,013	1,75	60
NO^3NH^4.	10,084	Eau distillée	39,65	29,566	2,94	47

Bien que les éléments en solution soient offerts à une concentration très favorable à la végétation, c'est-à-dire à une concentration physiologique, c'est l'eau distillée qui donne le meilleur résultat, et de beaucoup.

On peut faire agir les solutions incomplètes sur des plantules qui ont germé dans l'eau distillée pure. On observe alors des influences curieuses dont les résultats ne sont pas tous à leur place dans cette Note.

Celui qui nous intéresse est le suivant :

Toutes les solutions, constituées par un seul élément nutritif qui ne renferme ni soufre ni fer, provoquent une chlorose plus ou moins intense de la plantule. Les pieds qui végètent dans l'eau distillée conservent leur couleur verte. Le nitrate de potassium à 0,5 pour 1000 décolore complètement les feuilles. On peut faire apparaître la couleur verte en déposant sur le limbe des gouttelettes d'azotate ferrique à 0,2 pour 1000. Les sulfates ne produisent pas le même résultat ; c'est donc le fer qui fait défaut parce qu'il est soustrait à la plante par voie d'exosmose.

Les solutions dans lesquelles les rapports de concentration entre les divers éléments ne remplissent pas les conditions physiologiques exigées par la plante, gênent donc la végétation suivant divers processus.

Les végétaux inférieurs se prêtent mieux à ces démonstrations que les plantes de la grande culture.

Prenons l'*Aspergillus niger* pour lequel le liquide Raulin constitue un milieu de choix. Si on le fait pousser sur des solutions de concentration $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, 8, 16, on obtient, sur 50$^{cm^3}$ de liquide, les poids suivants de mycélium au bout de 4 jours, l'acidité et la richesse en sucre étant partout les mêmes.

TABLEAU III.

Degré de concentration du liquide Raulin...	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16
Poids du mycélium en grammes..........	0,473	0,737	1,094	1,057	0,9605	0,842	0,872

Si l'on prépare maintenant trois milieux de concentration $\frac{1}{2}$, 1, 16, et un quatrième de concentration $\frac{1}{2}$ ou 1, où le nitrate d'ammonium, c'est-à-dire l'élément azote, est porté à la concentration 16, le sucre et l'acidité restant constants et de même valeur que dans 1, le poids du mycélium recueilli sur le quatrième milieu doit être inférieur au poids de plante développé dans le même temps sur les autres milieux, si toutefois la loi se vérifie.

Le Tableau IV résume les résultats obtenus dans ces conditions :

TABLEAU IV.

	Expérience 1.			Expérience 2.		
Concentration	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}+16$ Az	16	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}+16$ Az	16
Durée en jours.......	3	3	3	4	4	4
Poids du mycélium...	0,466	0,217	0,723	0,646	0,481	0,830

	Expérienc 3.			Expérience 4.		
Concentration	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}+16$ Az	16	1	1+16 Az	16
Durée en jours.......	3	3	3	3	3	3
Poids du mycélium...	0,475	0,316	0,991	0,758	0,386	0,972

Les résultats sont bien d'accord avec les prévisions qui découlent des observations relatives aux cultures de maïs.

Dans les milieux $\frac{1}{2}+16$ Az ou 1 + 16 Az, où les rapports des divers éléments sont profondément altérés, si l'on prend l'azote comme unité, les rendements sont très inférieurs à ceux des milieux $\frac{1}{2}$, 1, 16, où ces rapports sont constants.

D'après la loi du minimum, on aurait dû obtenir des résultats tout différents; c'est donc la loi des rapports physiologiques qui règle le rendement des récoltes.

Dans la pratique agricole, les engrais minéraux solubles, employés d'une façon irraisonnée, donnent trop fréquemment des résultats de même ordre.

PHYSIOLOGIE. — *Comparaison de la ponte chez des Canards soumis à quatre régimes alimentaires différents.* Note de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une Note précédente [1] nous avons montré les inégalités de croissance qui résultaient de l'adaptation, dès leur éclosion, de quatre lots de Canards aux régimes respectifs suivants:

Carnivore,
Insectivore,
Piscivore,
Végétarien.

Nous allons maintenant étudier la ponte de ces divers animaux. Nous n'avons malheureusement pu observer le phénomène de la ponte chez les Canes insectivores depuis leur naissance, car les femelles de ce groupe sont mortes prématurément. Nous ne parlerons donc que des œufs provenant des trois Canes soumises chacune à un des trois autres régimes.

Les œufs étaient recueillis et pesés aussitôt après la ponte qui avait lieu

[1] A. Magnan, *Sur la croissance de Canards soumis à quatre régimes alimentaires différents* (*Comptes rendus*, t. 154, 3 juin 1912, p. 1535).

généralement le matin entre 8^h et 10^h. Nous inscrivions en même temps pour chaque œuf la date.

Les Piscivores ont pondu les premiers, le 17 décembre 1911; ils étaient âgés alors de 7 mois 9 jours. Afin d'arriver à une comparaison plus instructive entre les différents régimes, nous recourrons à la forme graphique. Nous diviserons le temps en tranches de 10 jours que nous prendrons pour abscisses. En ordonnées nous porterons pour chaque groupe le poids des œufs pondus pendant ce laps de temps. Nous dessinerons ainsi trois courbes représentatives de la ponte ou mieux de la quantité de matières albuminoïdes éliminées.

Il ressort de l'examen de ce graphique que les Piscivores ont la ponte la plus précoce et la plus abondante. Leur ponte se répartit nettement en quatre reprises, phénomène qu'on retrouve aussi net chez les Carnivores et qu'on peut encore distinguer quoique plus confusément chez les Végétariens. Ce phénomène paraît indépendant du régime puisqu'on le retrouve chez tous les sujets; il diffère beaucoup de ce qu'on observe chez les Gallinacés où deux pontes nettes sont séparées par un arrêt ou une incubation. La ponte des Végétariens est nettement moins abondante que les deux autres.

Les œufs sont de tailles et de poids assez différents comme le montre le Tableau suivant:

	Poids		
	moyen.	maximum.	minimum.
Carnivores........	77,90 gr	92 g	63,10 g
Piscivores.........	58,50	65	51,20
Végétariens........	61,50	75,80	48,60

Il nous a semblé intéressant de refaire le graphique ci-dessus en remplaçant sur les ordonnées le poids des œufs par leur nombre. On obtient un graphique assez comparable au précédent et qu'il est inutile de reproduire. Voici d'ailleurs le nombre exact d'œufs pondus par chaque femelle pendant l'année qu'a durée l'expérience.

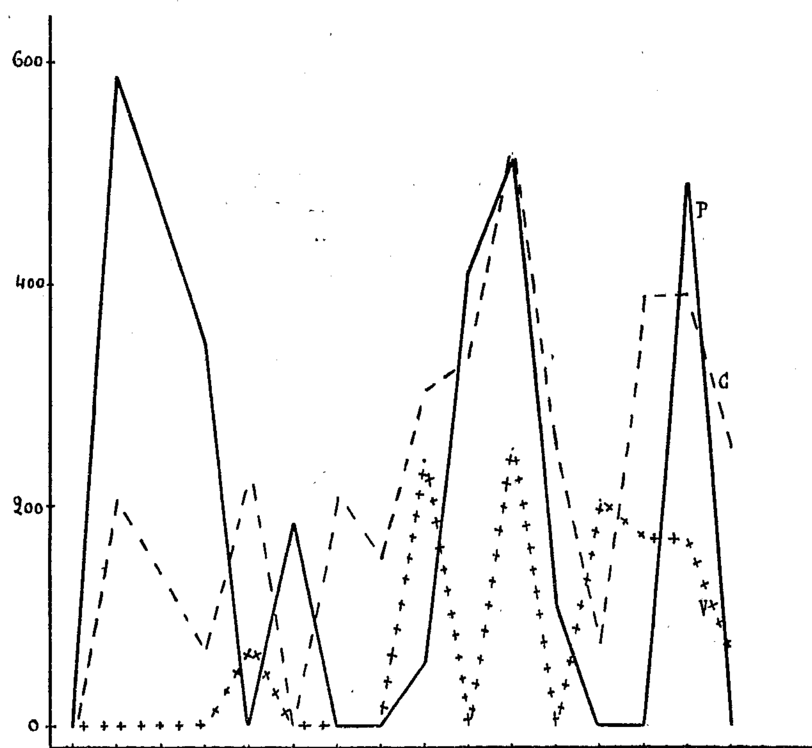
	Nombre d'œufs pondus du 17 décembre au 14 mai.
Piscivores.....................	54
Carnivores.....................	45
Végétariens.....................	19

C'est par la coloration que ces œufs différaient le plus entre eux. Les

Carnivores ont pondu des œufs blancs [teinte n° 178 A du Code ([1]) Klincksieck].

Les œufs des Piscivores présentaient une couleur verte (teinte n° 0321 foncée), alors que ceux des Végétariens étaient blanc rosé (teinte n° 28 A diluée).

Si nous considérons l'intérieur de l'œuf, il est à remarquer que le jaune



des Végétariens était très foncé (teinte n° 151-176) alors qu'il était presque décoloré chez les Carnivores (teinte n° 186-191). De plus il semble y avoir un rapport entre la couleur du jaune et celle de la graisse dans ces trois groupes :

	Graisse.	Jaune de l'œuf.
Carnivores............	blanc nacré	jaune très clair
Piscivores............	jaunâtre	jaune
Végétariens..........	jaune d'or	jaune d'or

([1]) Klincksieck et Valette, *Code des couleurs*, Klincksieck, Paris.

Nous avons pu adapter au régime insectivore une Cane élevée aux végétaux. Nous ne pouvons évidemment comparer strictement sa ponte avec les autres. Nous remarquerons cependant que la coquille était colorée par un pigment brun (teinte n° 168) et que le poids moyen de l'œuf était de $61^g,90$.

PHYSIOLOGIE. — *Glycémie et température animale.* Note de M. **H. Bierry** et Mlle **Lucie Fandard**, présentée par M. A. Dastre.

On sait que chez l'animal normal, quelle que soit l'activité glycogénique, le glucose reste dans le sang en proportion constante; que la *glycémie physiologique*, exprimée par la quantité de *sucre libre* dans le sang artériel, est indépendante des régimes alimentaires, de l'état de repos ou de travail, et qu'enfin une variation de la glycémie indique toujours un trouble grave dans l'équilibre de la nutrition.

Il existe dans le sang, en outre du sucre libre, du *sucre combiné*. Nous avons démontré que ce sucre combiné du sang artériel existe, lui aussi, en quantité fixe pour une espèce animale donnée (1). La *glycémie totale*, c'est-à-dire la somme de ces deux sucres, ou quantité totale du sucre dans le sang artériel, est une constante. Cette constante exprime l'état d'équilibre entre la production et la dépense de l'organisme en sucre. Des mécanismes régulateurs, dont l'ensemble constitue la *fonction glycogénique*, assurent cette fixité en proportionnant la production du sucre à la dépense. Chaque animal homéotherme présente donc une *constante glycémique*.

D'autre part, l'animal supérieur présente également une autre constante physiologique : la *constante thermique* ou *degré de la température centrale* qui, pour chaque espèce, a une valeur invariable. Ici encore des mécanismes régulateurs assurent la fixité de sa température en proportionnant la production de chaleur aux pertes subies par l'organisme.

Quel rapport y a-t-il, chez les diverses espèces de ces animaux supérieurs, entre ces deux paramètres caractéristiques? C'est la question que nous avons examinée. Il semblait probable, *a priori*, qu'ils devaient varier dans le même sens.

Le sucre du sang, en effet, est consommé dans les organes, comme le montrent toutes les analyses : sa combustion par l'oxygène, particulièrement dans les muscles, est l'une des sources principales de la chaleur

(1) H. Bierry et Mlle Lucie Fandard, *C. R. Soc. Biologie*, 8 juin 1912.

animale ; sa formation même dans le foie, l'organe le plus chaud du corps, est en rapport avec l'activité thermique de cet organe.

Ces considérations théoriques nous ont engagés à comparer chez les divers animaux ces deux paramètres. Nous avons demandé à l'expérience les éléments de cette comparaison entre le degré thermique et la teneur en sucre du sang.

Nous avons constaté que les oiseaux, qui ont une température relativement élevée, ont aussi beaucoup plus de sucre libre dans le sang artériel que les mammifères dont la température est moins élevée. Comparons à ce point de vue la poule et le chien (déterminations personnelles) :

	Température centrale.	Sucre libre du sang artériel pour 1000.
Poule	42°,2	2g,30
Chien	39°,2	1g,30

Les animaux hibernants, intermédiaires entre les homéothermes et les poïkilothermes, ou, plus justement, homéothermes pendant une partie de l'année et poïkilothermes pendant l'autre partie, peuvent nous fournir des renseignements très intéressants. Les écarts considérables qui existent entre leur température d'été et leur température d'hiver correspondent à de très grandes variations dans la quantité de sucre libre que renferme leur sang artériel. Voici des chiffres empruntés à M. Raphaël Dubois [1] et relatifs à la marmotte :

	Température centrale.	Sucre libre du sang artériel pour 1000.
État de veille	35°,4	1g,17
État de sommeil	9°,2	0g,09

Enfin on devait s'attendre à trouver dans le sang des poïkilothermes des quantités de sucre très faibles. Les dosages de sucre du sang n'ont pas encore été tentés chez ces animaux, à notre connaissance du moins, probablement à cause des difficultés matérielles que présente cette étude. M. Portier a cependant eu l'occasion de doser le sucre du sang des sélaciens (expériences non publiées); il en a trouvé une quantité très faible : quelques décigrammes pour 1000. L'un de nous, avec M. Giaja [2], a déterminé la quantité de sucre existant dans le sang artériel des poulpes; le chiffre

---

(1) Raphael Dubois, *Physiologie comparée de la marmotte*, p. 93.

(2) H. Bierry et J. Giaja, *C. R. Soc. Biologie*, 3 avril 1909.

trouvé, $0^g,30$ pour 1000, est bien en rapport avec la température toujours basse de ces animaux marins.

Il semble donc que, dans la série animale, le *niveau glycémique* varie dans le même sens que le *niveau thermométrique*.

ENTOMOLOGIE. — *Organes d'adaptation chez les adultes de certains Lépidoptères Rhopalocères à nymphose hypogée*. Note de M. **F. Le Cerf**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le nombre des Lépidoptères Rhopalocères dont la chenille s'enfonce en terre pour se chrysalider est des plus restreints et, si l'on excepte certains Lycénides soignés par les Fourmis, se limite pour la faune paléarctique, à l'unique espèce du genre *Hypermnestra* qui présente seule d'une manière constante cette singularité.

La chenille d'*Hypermnestra helios* Nick. pénètre assez profondément dans le sol, où elle tisse un cocon léger dans lequel elle se transforme en une chrysalide obtuse et inerme. Il convient d'insister sur ce dernier point, car il implique une éclosion hypogée de l'adulte et, par conséquent, l'obligation pour celui-ci de traverser, dès sa naissance, une couche de terre plus ou moins épaisse pour atteindre la surface du sol.

Cette particularité biologique, tout à fait exceptionnelle chez les Papillons de jour, a déterminé chez l'adulte de cette espèce la production de caractères adaptatifs variés, et complètement différents de ceux qui résultent chez les Hétérocères de mœurs analogues.

Ces caractères, qui semblent avoir passé jusqu'ici complètement inaperçus, sont de trois sortes :

1° Une saillie prothoracique; 2° deux crêtes mésothoraciques; 3° une pièce tridentée, articulée à la base de l'aile antérieure.

La saillie prothoracique est de forme trapézoïdale, évasée d'arrière en avant, concave antérieurement et terminée de chaque côté par une pointe obtuse aiguë. Elle est plane, lisse à sa partie supérieure sur laquelle se voient les sutures des trois pièces qui la composent, et inclinée d'avant en arrière. Ses côtés, plus minces, se recourbent en dessous à leur partie antérieure, formant les cloisons de trois loges subégales : une médiane et deux latérales. Sa longueur est un peu moindre que celle du prothorax, et sa largeur entre les pointes, plus grande d'un tiers que sa longueur médiane.

Le mésothorax long, assez étroit, élargi postérieurement, offre en dessus, de chaque côté de la suture médiane, deux saillies verticales, s'écartant progressivement d'avant en arrière, et armées de dents inégales, asymétriques, en partie groupées deux à deux.

Les plus antérieures de ces dents sont dirigées vers l'avant, les médianes sont à peu près droites et les suivantes de plus en plus inclinées vers l'arrière. On en compte 17 à 21 de chaque côté, dont 5 à 7 doubles.

L'organe le plus remarquable s'observe à la base des ailes antérieures :

C'est une large pièce chitineuse convexe, composée d'une base arrondie et d'une partie dilatée portant deux longues lames inégales, tranchantes (dont l'antérieure, qui est la plus grande, est falciforme) et une dent triangulaire et large. Une nervure chitineuse, plus ou moins saillante, court sur ces parties et forme un renflement sur la base.

Cet organe, qui rappelle assez bien, par sa forme, la pièce terminale du tarse antérieur de la Courtilière, est mobile dans deux sens : verticalement et latéralement. Au repos, il s'applique contre l'aile et s'appuie, en particulier, sur un épaississement chitineux allongé, entouré par les bases coalescentes des nervures sous-costale et médiane, et dans lequel il faut voir, semble-t-il, le rudiment non résorbé de la nervure indépendante ou transcellulaire.

Homologue de l'épine basale des ailes antérieures de certains Saturnides, ce singulier organe est, comme elle, constitué par une ou plusieurs plaques chitineuses, étroitement soudées, de la membrane articulaire.

Un organe comparable, mais bien moins développé, existe chez un autre Papillon d'un genre voisin : *Doritis apollinus* Herbst., dont la chenille se chrysalide indifféremment en terre, sous les pierres, ou plus simplement sous la mousse.

Placé au même endroit que chez *Hypermnestra helios* Nick., il est formé de deux parties chitineuses inégales, asymétriques, concaves, articulées par un de leurs bords et fixées par l'autre à la membrane articulaire. Les bords de ces parties ne sont pas juxtaposés, sauf au sommet, mais un peu écartés, et entre eux s'insinue une étroite lame de chitine, élargie à chaque extrémité. Cet appareil forme avec la surface de l'aile un angle de 15° environ, et sa mobilité m'a paru restreinte à des mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement des bords antérieurs, mouvements dont l'amplitude est très faible et limitée à l'élasticité propre de la membrane articulaire.

On ne trouve pas trace chez *Doritis apollinus* des organes pro- et mésothoraciques si développés chez *Hypermnestra helios*.

Enfin dans une espèce mexicaine, *Baronia brevicornis* Salv., appartenant, comme celles qui précèdent, à la sous-famille des *Parnassiinæ*, mais connue seulement par un très petit nombre d'exemplaires, et dont la biologie est

complètement ignorée, j'ai constaté la présence, à la base des ailes antérieures, d'une énorme callosité rugueuse, constituée par une dilatation basilaire de la nervure sous-costale.

Il convient certainement de rapprocher cette production des organes homologues, mais bien plus hautement différenciés, des deux espèces étudiées plus haut.

ZOOLOGIE. — *Sur la détermination de l'âge de la Sardine algérienne.* Note de M. **Bounhiol**, présentée par M. Dastre.

Au cours de recherches, déjà fort longues, entreprises sur la biologie de la Sardine algérienne, je me suis trouvé dans la nécessité de déterminer avec précision l'âge des individus observés. Je me suis adressé, dans ce but, aux diverses méthodes déjà utilisées à l'égard d'autres Clupéidés, tels que le Hareng et l'Anchois.

Aucune de ces méthodes ne m'a donné de résultats satisfaisants. L'examen des écailles, notamment, s'est trouvé très fréquemment insuffisant et inefficace. La raison de cet insuccès partiel tient, ainsi que j'ai pu m'en assurer, au peu de rigueur de l'hiver algérien et au trop faible abaissement périodique de la température de l'eau marine superficielle, qui en est la conséquence.

J'ai déjà eu l'occasion de démontrer combien le régime thermique de l'eau superficielle littorale était uniforme en Algérie. Cette uniformité relative tend à substituer au régime d'accroissement de la Sardine, lequel est discontinu dans les pays à variations thermiques saisonnières accentuées, un régime presque continu et régulier, non interrompu par les ralentissements qu'imposent, dans ces pays, l'engourdissement hivernal et la raréfaction de la nourriture.

L'hiver qui vient de s'écouler est, à ce point de vue, particulièrement démonstratif. Les moyennes thermiques mensuelles sont restées très élevées, comme l'indique la comparaison suivante :

Moyennes thermiques mensuelles de l'eau marine superficielle sur le littoral olgérien (0^m *à* 25^m).

	1911.		1912.		
	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.
Années 1911-1912 . . .	19°,9	16°,9	16°,3	16°,8	17°,2
Période 1905-1911	18°,7	16°,6	15°,7	16°,1	16°,3

Pendant le dernier hiver, la température de l'eau superficielle n'est donc pour ainsi dire pas descendue au-dessous de 17°. La Sardine s'est montrée constamment active et pourvue d'abondantes réserves adipeuses dans un milieu normalement excitant et abondamment nutritif.

Ses écailles ne présentent que rarement, et d'une manière peu nette, les sillons marginaux séparatifs des zones antérieures de grand accroissement. Elles ne *marquent* presque pas chez les jeunes. Chez les individus plus âgés, les marques sont incertaines, présentent des lacunes, et ne fournissent que des résultats très vagues, non comparables entre eux, n'indiquant l'âge du sujet qu'avec une approximation insuffisante.

Force m'a été de chercher une autre méthode chronométrique. Me basant sur ce fait bien connu que tous les Vertébrés modifient notablement, au cours de leur croissance, les proportions relatives des diverses parties de leur corps, j'ai recherché systématiquement comment variait le rapport existant entre la longueur totale du corps, L, d'une part, et, par exemple, la longueur de la tête, d'autre part.

Après avoir pris d'abord comme longueur de la tête la distance séparant l'angle antérieur de la mandibule du bord postérieur de l'opercule, sans obtenir de résultats supérieurs à ceux que me donnait la méthode des écailles, je me suis arrêté à l'utilisation exclusive de la distance séparant l'angle antérieur de la mandibule du centre de l'œil, l.

Le rapport $\frac{L}{l}$ s'est affirmé comme possédant des variations étendues, en relation très nette avec l'âge des sujets à partir du moment où ceux-ci ont franchi le stade d'alevins et acquis les caractères généraux de l'espèce. J'ai pu obtenir ainsi une méthode dont les résultats :

1° Sont en complète concordance avec ceux fournis par l'observation des écailles toutes les fois que celle-ci est applicable ;

2° Permettent de suppléer à l'absence d'indications inscrites sur les écailles et les otolithes ;

3° Paraissent posséder une précision chronométrique beaucoup plus grande, au moins pendant les 5 premières années.

C'est ainsi, pour me borner à quelques exemples, que les valeurs du rapport $\frac{L}{l}$ correspondent aux âges ci-après :

Rapport $\frac{L}{l}$.	Ages.
7,80	7 à 8 mois
7,88	8 à 9 »
8,1	9 à 10 »
8,27	10 à 12 »
8,63	14 à 16 »
8,96	18 à 21 »
9,08	2 ans
9,66	3 »
9,91	4 » et au delà

La taille ne paraît pas en relation constante avec l'âge. C'est ainsi que des individus de même taille peuvent présenter des différences d'âge assez considérables que la détermination du rapport ci-dessus permet de préciser. La précocité de la taille est à peu près exclusivement provoquée par l'abondance de la nourriture et la longue durée de cette abondance.

Il en est de même de la première activité génitale qui peut se manifester à des âges assez différents, suivant les cas. C'est surtout dans l'étude des phénomènes reproducteurs que la détermination précise de l'âge est d'une grande utilité.

HISTOLOGIE. — *Sur l'existence d'un pilier grêle externe de l'organe de Corti.* Note (1) de M. E. Vasticar, présentée par M. Henneguy.

J'observe que le pilier externe de Corti est double. D'après mon observation, il existe un deuxième pilier, une sorte de pilier grêle, distinct du précédent. Sa structure et ses points d'attache sont différents.

Sur une vue de profil, ce pilier grêle tire son origine supérieure d'un point de la convexité de la tête du pilier externe de Corti correspondant au bec du pilier interne à mortaise. Il apparaît, en cet endroit, sous l'aspect d'une bandelette de substance claire, à peine granuleuse, terminée d'une façon brusque dans l'angle de réunion des extrémités céphaliques des piliers de chaque rangée (*b*, *fig.* 1). Cette bandelette s'applique contre le bord axial de la tête du pilier de Corti et est recouverte, en dedans, par la masse cytoplasmique de la cellule de ce même pilier. A cette bandelette, fait suite, par le bas, un prolongement d'abord cylindro-conique, puis rapidement

(1) Présentée dans la séance du 10 juin 1912.

cylindrique, de très faible diamètre, formé de tissu dense absent de granulations (*p*, *g*, *e*, *fig.* 1). Ce prolongement longe le pilier de Corti sur toute sa longueur jusqu'à un endroit où il croise sa partie inférieure. Il se termine par un pied conique ou plus souvent pyramidal dû à un épaissis-

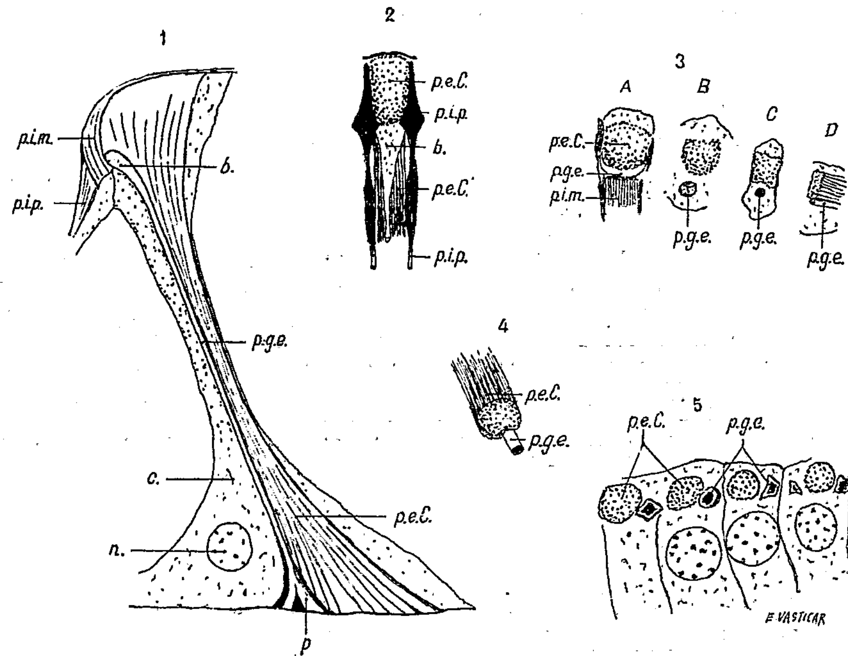


Fig. 1. — Vue de profil du pilier grêle externe.

Fig. 2. — Vue de face, c'est-à-dire de l'axe du limaçon.

Fig. 3. — Coupe transversale des piliers externes à leur partie supérieure.

Fig. 4. — Coupe transversale d'un pilier externe de Corti accompagné de son pilier grêle.

Fig. 5. — Coupe transversale des piliers externes à leur partie inférieure.

Abrév. : *b.*, bandelette du pilier grêle externe; *c.*, cellule du pilier externe de Corti; *n*, noyau de cette cellule; *p.*, pied du pilier externe grêle; *p. e. C.*, pilier externe de Corti; *p. g. e.*, pilier grêle externe; *p. i. m.*, pilier interne à mortaise; *p. i. p.*, pilier interne à palette (pilier interne grêle).

sement de sa substance propre et situé sur la lame basilaire, en dedans de l'axe du pilier de Corti (*p*, *fig.* 1). En son intérieur, se voit un petit cône plus coloré à sommet très effilé.

Vue de face, c'est-à-dire de l'axe du limaçon, cette bandelette s'étend en couche mince sur la convexité de la tête du pilier de Corti. Elle adhère, par ses bords, aux surfaces coniques des palettes céphaliques appartenant à deux

piliers internes voisins (*piliers grêles internes*) (*b*, *fig.* 2) [1]. Son prolongement inférieur descend verticalement, se maintenant dans l'axe du pilier de Corti jusqu'au moment où il s'en détache pour lui devenir latéral et se terminer sur la basilaire.

Une coupe transversale montre la section du pilier grêle sur différents points de sa hauteur. A la partie supérieure, la bandelette se voit sous la forme d'un petit croissant de substance claire, embrassant dans sa concavité la partie inférieure de la tête du pilier externe de Corti, chacune des cornes s'insinuant dans l'espace étroit situé latéralement (*p*, *g*, *e*, *fig.* 3, A). Cette substance ne peut être confondue avec le cytoplasme des cellules des piliers qui n'apparaît que dans un plan plus inférieur.

La figure 3, B montre une section du segment cylindro-conique du pilier grêle sous l'aspect d'un gros point arrondi (*p*, *g*, *e*) à bords plus colorés que le centre, qui est faiblement mais régulièrement teinté et parsemé de quelques points plus visibles. Le pilier grêle occupe le milieu du cytoplasme.

Sur la figure 3, C, le pilier grêle est devenu cylindrique. Sa section est représentée par un point plus coloré, plus petit (*p*, *g*, *e*). Le centre en est plus teinté, ce qui semble indiquer l'existence d'un tissu différent qui se colore, du reste, particulièrement. Il est situé très près du bord axial du pilier de Corti légèrement déprimé.

Sur la figure 3, D, le pilier de Corti est divisé plus obliquement. Le pilier grêle (*p*, *g*, *e*) est indiqué par un petit segment cylindrique parallèle au pilier de Corti auquel il est adossé. Son bord libre est figuré par une ligne finement granuleuse, limitant le cytoplasme en dehors. La coloration de sa tranche de section est intense.

La figure 4 montre le pilier grêle (*p*, *g*, *e*) logé dans une dépression longitudinale du bord axial du pilier de Corti.

Sur la figure 5, les piliers externes de Corti (*p*, *e*, C) sont divisés transversalement à une faible distance de la membrane basilaire. La surface de section des piliers grêles (*p*, *g*, *e*) est représentée par de petits champs arrondis, plus souvent polygonaux, placés entre chaque pilier de Corti sur une ligne plus rapprochée de l'axe du limaçon. Leur ligne de contour épaisse est claire intérieurement, mais colorée sur le bord. Leur centre est occupé par une zone vivement teintée, reproduisant la configuration extérieure de l'élément sectionné. Chaque pilier de Corti possède son champ polygonal

[1] E. Vasticar, *Sur la structure des piliers de Corti* (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1023, séance du 20 novembre 1911); *Sur la structure des piliers internes de l'organe de Corti* (*Comptes rendus*, t. 154, p. 135, séance du 15 janvier 1912).

qui n'est autre que la section du pied pyramidal du pilier grêle. Le pilier de Corti, à droite de la figure, en laisse voir deux, plus petits, placés de chaque côté du pilier.

Les piliers grêles externes sont entièrement contenus à l'intérieur du cytoplasme de la cellule du pilier externe de Corti auquel ils appartiennent.

Aperçu dans les conditions les plus favorables, le pilier grêle a, vers sa partie moyenne, l'aspect d'une tige cylindrique bien calibrée, de diamètre trois ou quatre fois inférieur à celui de la partie la plus étroite du pilier de Corti. Sa surface est lisse, brillante, sans granulations. Il demande à être distingué : des lignes longitudinales colorées et à contour indécis qu'on observe dans l'axe du pilier de Corti; des reflets lumineux dus au décollement de la celloïdine d'inclusion, enfin des bordures claires provenant de la rétraction du cytoplasme.

Le procédé de coloration suivant le met en évidence : fixation avec le mélange de Hermann, coloration à l'éosine et à l'hématoxyline de Bœhmer. La celloïdine prend une teinte rouge vineux claire, le cytoplasme et le faisceau filamenteux du pilier de Corti sont de la même teinte, mais plus foncée. La surface du pilier grêle qui n'est pas impressionnée par l'hématoxyline est colorée en rose tendre par l'éosine. Si l'on emploie, d'autre part, la coloration double par la safranine et le vert lumière, après fixation par la liqueur de Flemming, le pied du pilier grêle est coloré en rouge vif et celui du pilier de Corti uniquement en vert.

Il résulte de ces observations que les corps décrits sous le nom de *corps basaux* des piliers externes de Corti ne sont, à mon avis, que les pieds des piliers grêles dont je viens de parler.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La matière colorante du jaune d'œuf ou ovochromine.* Note de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Armand Gautier.

Deux mille jaunes d'œufs sont laissés quelque temps en contact avec le sulfure de carbone pur et neutre. On sépare la solution sulfocarbonée et la masse insoluble dans le CS^2 est traité par un excès d'alcool à 95° C. L'alcool s'empare de l'eau contenue dans les jaunes (eau physiologique), ainsi que des sels et des principes qui se trouvaient dissous dans cette eau. On renouvelle l'alcool jusqu'à ce que le dernier alcool employé demeure incolore. Les solutions alcooliques sont réunies, filtrées et laissées

quelques jours au repos. Il se dépose une couche très faible d'une solution sulfocarbonée qui, séparée par décantation, est ajoutée à la solution sulfocarbonée ci-dessus.

La solution alcoolique (S. A.) décantée est claire et colorée en jaune. De cette solution, on élimine par distillation la totalité du CS^2 entraîné et la moitié de l'alcool. Le restant d'alcool est évaporé au bain-marie et le résidu demi-liquide est traité par le chloroforme. Il se sépare aussitôt trois parties bien distinctes : (A) une couche supérieure aqueuse; (B) une partie intermédiaire solide et blanche; (C) une couche inférieure chloroformique. Le chloroforme de la couche (C) est évaporé; le résidu complètement dissous dans le CS^2 est additionné à la solution sulfocarbonée. On sépare les différents principes qui sont contenus dans cette solution à l'aide de la méthode que j'ai déjà indiquée (¹).

La partie (B) est formée d'une albumine coagulée par l'alcool ou paravitelline. L'analyse élémentaire a donné :

$$C = 54,54; \quad H = 7,52; \quad N = 12,75; \quad S = 0,72; \quad O = 24,47; \quad Ph = 00.$$

Si à une partie de la solution alcoolique (S. A.) on ajoute un grand excès d'alcool absolu on obtient un précipité abondant de paravitelline qui, séparée de suite par centrifugation, se dissout complètement dans l'eau distillée d'où elle précipite par addition d'un excès de sulfate d'ammoniaque cristallisé ou de sulfate de magnésie en poudre.

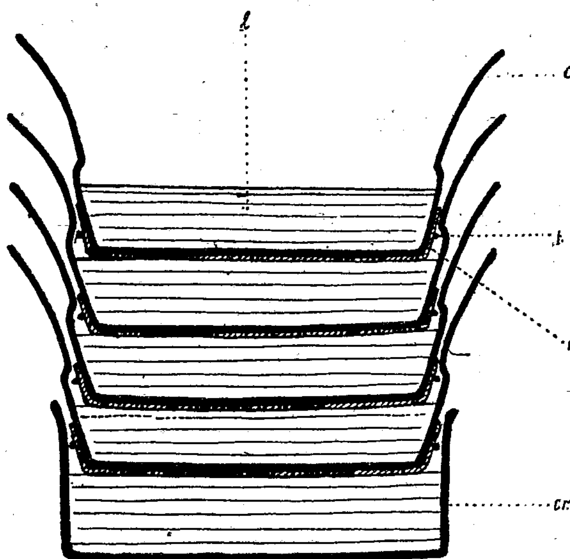
La couche aqueuse A qui contient seulement de la matière colorante et du chlorure de sodium est divisée en deux parties égales (α) et (β), sur chacune desquelles on peut séparer l'ovochromine par l'une des deux méthodes suivantes (*a*) et (*b*).

(*a*) *Méthode de séparation par l'acétone.* — La partie (α) est additionnée d'acétone jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de précipité. La solution acétonique est filtrée, l'acétone est distillée et le résidu complètement dissous dans la moindre quantité d'eau distillée est encore une fois traité par un excès d'acétone. On sépare par décan-

(¹) Barbieri, *Sur la non-existence des lécithines libres ou combinées dans le jaune d'œuf* (*Comptes rendus*, 8 juillet 1907 et 1er août 1910); *La composition chimique du jaune d'œuf* (*Siebenter internationaler Physiologen-Kongress*, Heidelberg, 1907); *The chemical composition of Yolks of Eggs : the non existence of Lecithin*, Section IV, A, 1, p. 61 (*Seventh international Congress of applied Chemistry*, London, 1909); *Sur la non-existence des lécithines libres ou combinées dans le jaune d'œuf; Sur le prétendu phosphore organique* (VIII. *internationaler Physiologen-Kongress*, Wien, 1910).

tation le nouveau précipité qui se forme; on distille l'acétone et l'on reprend le résidu par la plus faible quantité d'eau distillée. On répète cette opération jusqu'à ce que le dernier résidu de la distillation de l'acétone, repris par l'eau, ne donne plus la réaction de chlorures. Le dernier résidu de la distillation de l'acétone complètement dissous dans un peu d'eau, abandonné soit au vide, soit à l'étuve à 37° laisse une poudre jaune brune: *l'ovochromine*. Les précipités acétoniques qui sont formés de NaCl et d'ovochromine peuvent être ou additionnés à la partie (β), ou bien soumis à la méthode de la polydialyse (*b*).

(*b*) *Méthode de séparation par polydialyse.* — Dans le premier des dialyseurs superposés (voir la figure), on place la matière en solution, et dans les autres de l'eau



Section frontale du polydialyseur.

l, matière soumise à la polydialyse; *c*, premier dialyseur; *cr*, cristallisoir; *f*, ficelle; *k*, membrane parchemin.

distillée. On renouvelle les eaux des dialyseurs (sauf le premier) jusqu'à ce que la partie (β) qui est placée dans le dialyseur supérieur, ne donne plus la réaction des chlorures. Cette partie (β) est alors abandonnée au vide ou à l'étuve à 37°. On obtient une poudre jaune identique à l'ovochromine ci-dessus, séparée comme il a été dit par l'acétone.

L'ovochromine est une poudre jaune, vaguement cristalline, inodore, de saveur fade. Elle est très hygroscopique; elle est soluble dans son poids d'eau, mais insoluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'acétone, etc. 1^{cg} d'ovochromine colore en jaune 100$^{cm^3}$ d'eau. Les solutions d'ovochro-

mine colorent en jaune le papier des filtres et le papier parchemin. L'ovochromine ne possède pas une bande spéciale d'absorption. Vers 270° elle carbonise sans fondre.

Cette substance est légèrement acide, elle ne donne pas la réaction du biuret; elle n'a aucun des caractères des albumines ou des peptones. L'eau oxygénée décolore l'ovochromine. Les alcalis et les acides concentrés ne semblent pas l'attaquer à froid. La solution aqueuse d'ovochromine n'est pas précipitée par le bichlorure de platine, mais on obtient dans ce mélange un précipité par addition d'alcool.

L'ovochromine a la composition suivante :

$C=42,60$; $H=6,70$; $N=8,08$; $S=1,60$; $Ph=00$; $O=40,785$; $Fe=0,235$.

Absence de sulfates et de phosphates : traces de cendres et peut-être d'alumine.

Ce principe est soluble dans les corps gras. Pour séparer la totalité de l'ovochromine des corps gras du jaune d'œuf, il faut employer l'alcool méthylique et les solutions faibles d'acides comme il sera indiqué prochainement.

Cette substance n'est pas toxique. Je n'ai pas observé le moindre trouble chez un oiseau (Padas), chez le pigeon et chez le cobaye auxquels j'ai injecté 1^{cg} à 2^{cg} d'ovochromine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'ambréine.* Note de M. **J. Riban**, présentée par M. Armand Gautier.

En 1820, Pelletier et Caventou ont extrait par l'alcool, d'une matière excrémentielle, l'ambre gris, employé en parfumerie, une substance à laquelle ils ont donné le nom d'*ambréine*, et qu'ils ont rapprochée de la cholestérine, sans justifications suffisantes. Mais ce n'est qu'en 1832 que Pelletier a pu donner une seule analyse de cette substance, probablement impure, à en juger par un point de fusion trop bas : 36°. Calculée avec le poids atomique actuel du carbone, cette analyse conduirait à C : 81,74 pour 100; H : 13,32; O : 4,94 pour 100.

Depuis cette époque lointaine, aucun travail n'a paru sur cette substance, sans doute en raison des difficultés de l'obtenir en quantité suffisante d'une matière première rare, dont le prix, toujours très élevé, atteint aujourd'hui 5000^{fr} le kilogramme, et dans laquelle l'ambréine peut n'exister qu'en proportions très variables, ou même être absente, ainsi que je l'ai constaté sur un bel échantillon, cependant riche en becs de céphalopodes,

témoins de son origine. L'ambre gris, en effet, se présente en masses fort hétérogènes étudiées, à une époque relativement récente, par G. Pouchet et Beauregard, qui les ont considérées comme provenant de l'intestin du cachalot et constituées par des calculs d'ambréine mêlés à une grande quantité de pigments noirs et à quelques matières étrangères, tels que becs de céphalopodes, etc.

Une circonstance fortuite m'a mis en possession de quelques grammes de cette substance rare, l'ambréine qui s'était déposée progressivement, durant des années, sur les parois d'un flacon servant de réserve aux teintures alcooliques d'ambre destinées à la parfumerie. La provenance et l'origine en étaient sûres. J'ai purifié cette matière, déjà très blanche, par des cristallisations dans l'alcool à 82°-86° centésimaux bouillant. Peu soluble dans l'alcool froid ainsi dilué, l'ambréine se dépose, le plus souvent, au fond des vases sous forme de masse huileuse surfondue, qui ne tardera pas à se concréter, tandis que l'eau mère surnageante, souvent en sursaturation, se prendra en une masse de sphérolithes formés de fines aiguilles soyeuses rappelant l'asbeste, et rayonnant d'un centre. La matière cristallisée occupe alors dans l'alcool un volume considérable relativement à son poids et retient beaucoup d'eau mère. La purification de cette substance est assez difficile, en raison de cette circonstance et de la présence de produits huileux, peu ou point saponifiables.

L'ambréine pure, bien sèche et chaude, s'électrise par le frottement avec une telle intensité, que, au sortir non fondue, d'une étuve, en s'écoulant du support qui la contient, elle peut s'éparpiller tout autour du flacon destiné à la recevoir. Le même phénomène se produit par le broyage dans la porcelaine. Cette matière, cependant bien cristallisée, grince sous le doigt à la façon des corps résineux.

L'ambréine est dénuée de pouvoir rotatoire en solution alcoolique; elle fond à 82° et peut rester souvent très longtemps en surfusion sous forme d'une masse molle, qu'une amorce ne ramène que lentement à l'état cristallin. L'ambréine ne peut être volatilisée à la pression ordinaire sans altération, chauffée dans le vide à 100°, elle ne donne que des traces de volatilisation et il faut la porter, dans ces mêmes conditions, vers la température de 180° pour la voir émettre des produits volatils, sous forme de stries huileuses. Après refroidissement, le vide s'est maintenu dans le tube, mais la masse, demeurée incolore, reste molle, visqueuse et désormais incristallisable dans ses dissolvants usuels. Il semble, toutes les fois que cette matière est soumise à température élevée sans perte notable de poids, qu'il se produise une transformation isomérique.

L'ambréine, corps neutre, insoluble dans l'eau, a de nombreux dissolvants : pétrole,

benzine, chloroforme, tétrachlorure et sulfure de carbone, qui se prêtent mal à sa cristallisation et la laissent le plus souvent, sous forme molle et poisseuse restant telle presque, indéfiniment, mais l'alcool et l'éther l'abandonnent facilement cristallisée.

Les analyses de cette substance précieuse, que j'ai faites à divers degrés de purification, m'ont donné les résultats suivants concordants, qui conduiraient à la formule brute $C^{23}H^{40}O$ ou à un multiple :

	Trouvé.				Calculé.
C........	82,90	82,70	82,96	82,74	83,05
H........	12,42	12,43	12,40	12,03	12,13
O........	4,68	4,87	4,64	5,23	4,82

Les essais cryoscopiques que j'ai exécutés, dans des conditions défavorables en solution benzénique, pour fixer le poids moléculaire, n'ont pas donné de résultats satisfaisants, peut-être en raison du trouble que les agrégats moléculaires formés par la benzine apportent parfois à ces sortes de déterminations, et j'ai dû faire, avec très peu de matière, quelques tentatives par voie de substitution et autres, pour essayer de justifier la formule brute résultant de mes analyses.

Si dans une solution d'ambréine dans le tétrachlorure de carbone on verse, peu à peu, ce solvant, additionné de 10 pour 100 de brome, il se dégage, à froid, des fumées d'acide bromhydrique; après additions jusqu'à coloration rouge persistante, on lave avec des solutions faibles de bicarbonate de soude, puis de carbonate, etc.; le liquide est abandonné à l'évaporation spontanée, ensuite à l'étuve à 70°. On obtient ainsi un résidu transparent visqueux à chaud, dur et cassant à froid, non cristallisé, s'enlevant en écailles à la façon des matières résineuses. A l'analyse, il paraît répondre à un composé octobromé, car il a donné *brome* : 66,62 pour 100; la théorie exigerait pour $C^{23}H^{32}Br^{8}O$: 66,36 pour 100. Dans des conditions analogues, le chlore en solution dans le tétrachlorure conduit à une décomposition de la matière.

Le pentachlorure de phosphore ne réagit pas sensiblement à froid sur l'ambréine, mais il l'attaque à chaud, au bain-marie, avec dégagement d'acide chlorhydrique. Le résidu de cette action est traité, avec ménagement, par l'eau, pour détruire l'excès de perchlorure. On obtient ainsi une masse amorphe, dure et cassante, qui, broyée sous l'eau et abandonnée longtemps à son contact, jusqu'à cessation de précipité par le nitrate d'argent, laisse une poudre blanc jaunâtre, ayant conservé de l'oxygène et contenant, sans autre purification possible, C : 54,46 pour 100; H : 7,34;

Cl : 35,00; O : 3,20. Un produit de substitution pentachloré $C^{23}H^{35}Cl^{5}O$ exigerait C : 54,71 pour 100; H : 6,99; Cl : 35,13; O : 3,17 pour 100.

Quelques tentatives dans d'autres directions, action des anhydrides acétique et phosphorique, etc., ont épuisé les 5g à 6g d'ambréine purifiée dont je disposais pour mes recherches.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Spectrographie du sang de l'Arénicole.* Note de Mlle **E. Peyréga**, présentée par M. Delage.

Le sang de l'Arénicole (*A. piscatorum*) renferme un pigment rouge que l'on considère généralement comme étant de l'oxyhémoglobine. Cette détermination n'est guère fondée jusqu'ici, comme pour beaucoup d'autres pigments rouges d'Invertébrés, que sur la présence dans le spectre du pigment des deux bandes jaunes-vertes classiques (Krukenberg, Vélichi, Gautrelet, etc.) et sur la formation des cristaux de Teichmann (Ewald). Or ces deux caractéristiques demandent à être complétées, l'une et l'autre ne nous donnant de notions que sur des parties de la molécule pigmentaire (les cristaux de Teichmann peuvent être obtenus (Griffith) avec la *chlorocruorine*, pigment vert des Annélides) (1). Nous avons tenté pour préciser nos connaissances sur ce point, une comparaison spectrographique, aussi étendue que possible (de 700$^{\mu\mu}$ à 210$^{\mu\mu}$) entre le sang de l'Arénicole et celui d'un mammifère bien connu pris comme étalon (Cheval). Les deux sangs ont été examinés dans les conditions les plus comparables; la position des axes des bandes a été déterminée par variation de concentration ou par variation d'épaisseur. Étant donnée la petite quantité de sang d'Arénicole (200 Arénicoles ont fourni 5$^{cm^3}$), l'extraction du pigment lui-même a été impossible et nous avons dû opérer avec le produit total sortant des vaisseaux:

1° *Prises de sang de l'Arénicole.* — Un certain nombre de précautions sont à prendre pour éviter l'introduction dans les solutions d'un pigment vert secrété en abondance par l'animal. Les Arénicoles, lavés à l'eau douce puis séchés au papier filtre pour les débarrasser du pigment vert, sont

(1) Sur le Lombric, l'analyse chimique élémentaire (dosage brut) du pigment a pu être faite, mais là encore les résultats numériques sont de même ordre de grandeur que ceux obtenus avec la chlorocruorine (Griffith). Sur le Lombric également, Lewin, Miethe et Stenger auraient étudié la bande de Soret (*Comptes rendus*, 1906).

ouverts sur le dos pour dégager les cœurs et le vaisseau dorsal; ces viscères mis à nu sont alors lavés de nouveau sous courant d'eau douce, pour éliminer les liquides cavitaires, et essuyés au papier filtre. Le sang est pris dans les cœurs et le vaisseau dorsal au moyen d'une fine pipette en biseau.

2° *Sang à hémoglobine.* — Observé a épaisseur constante et concentration variable.

	Bandes......	α.	β.	γ (bande de Soret).	γ'.	δ.	Début de ε.
Axes moyens (± 2$^{\mu\mu}$).	Cheval.....	577	538	410	333	277	2(50)
	Arénicole...	578	539	411	334	274	2(50)

Nous n'avons pas pu obtenir de cristaux d'oxyhémoglobine d'Arénicole dans des conditions où celle de Cheval cristallisait sans difficulté.

3° *Hémoglobine réduite.* — Les réducteurs usuels (sulfhydrate d'ammoniaque, hydrosulfite de soude) suffisants pour l'étude du spectre visible, sont insuffisants pour l'ultraviolet, du fait qu'elles en absorbent une grande partie à faible concentration (sulfhydrate d'ammoniaque : depuis 300$^{\mu\mu}$ au $\frac{1}{300}$; hydrosulfite de soude depuis 365$^{\mu\mu}$ au $\frac{1}{350}$); pour cette région du spectre, nous avons utilisé la réduction anaérobie d'une solution de sang enfermée dans une cuve de quartz en biseau.

		Bande de Stokes.	γ (bande de Soret).	γ'.	δ.	Début de ε.
Axes moyens	Cheval...	550	418	334	275	2(45)
(± 3$^{\mu\mu}$).	Arénicole..	555	420	334	273	2(45)

4° *Hémochromogène.* — Obtenu par réduction à l'hydrosulfite de soude, puis action de la potasse concentrée. Le spectre visible seul a pu être étudié, étant donné le réducteur.

		I.	II.	Bande de Soret.
Axes moyens (± 2$^{\mu\mu}$).	Cheval......	557	523	425
	Arénicole...	558	525	424

5° *Hémine : α. Cristaux.* — Nous avons vérifié sur les cristaux de Teichmann (procédé Nencki et Zaleski) l'analogie entre les résultats du sang de cheval et ceux du sang de l'Arénicole, tant au point de vue de la forme des cristaux que de celle des macles.

β. *Spectres.* — Dans l'impossibilité de recueillir assez de cristaux d'hémine d'Arénicole pour faire une solution pure, nous avons dû opérer avec la solution mère acétique (procédé Nencki et Zaleski) légèrement diluée après la filtration à chaud.

		I.	II.	III.	IV (γ bande de Soret).	V(γ').	Début de δ?.
Axes moyens ($\pm 2^{\mu\mu}$).	Cheval....	648	588	525	400	334	3(00)
	Arénicole.	(antér. à 630)	591	523	400	33(7)	3(00)

Les différences des axes spectrographiques entre le sang de l'Arénicole et celui du cheval sont donc minimes, et de l'ordre de grandeur de nos erreurs expérimentales; pour le moment aucune différence nette entre les deux pigments n'est perceptible dans la limite d'approximation des techniques que nous avons employées.

CHIMIE PHYSIQUE-BIOLOGIQUE. — *Excitabilité des organismes par les rayons ultraviolets. Lois du seuil, du minimum d'énergie, de l'addition des excitations et de l'induction physiologique.* Note de Mme et M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Un grand nombre de biologistes (Lubbock, Forel, Graber, Hertel, Loeb, Hess, etc.) ont observé, dans ces 30 dernières années, que certains animaux invertébrés (Insectes, Crustacés, Vers, Mollusques) fuient les endroits éclairés par les rayons ultraviolets, ils présentent un *phototactisme négatif* pour ces radiations et sont donc sensibles à ces rayons que notre œil n'est pas capable de percevoir.

Il était important de chercher si l'on ne pouvait pas observer, d'une façon plus précise, cette réaction des organismes aux rayons ultraviolets et étudier les lois d'excitation par cet excitant physiologique nouveau.

Nous avons trouvé que toute une série d'animaux de petite taille (Daphnies, Ostracodes, Cyclops, Planaires, etc.) réagissent d'une façon extrêmement nette et constante, lorsqu'on les illumine par des rayons ultraviolets. L'étude est particulièrement commode pour les Cyclops. On peut rendre ces animaux absolument immobiles, dans l'obscurité, par une irradiation préliminaire de 2 à 5 minutes; on a alors des animaux qui peuvent servir, pendant plusieurs heures, à des expériences d'excitabilité par les rayons ultraviolets; abandonnés ensuite, ces animaux redeviennent absolument normaux.

1° *Existence d'un seuil d'excitation.* — Lorsqu'on irradie un animal par des rayons ultraviolets, pendant des durées croissantes, on trouve qu'il ne réagit que si la durée d'irradiation dépasse une certaine limite. Cette durée

limite se retrouve pour un même animal et un éclairage déterminé avec une constance tout à fait remarquable, pareille à celle qu'on trouve pour l'excitation électrique des muscles et des nerfs.

Voici, par exemple, trois séries de déterminations du seuil faites pour des animaux différents avec des éclairages différents dans des expériences sur l'influence des écrans, dans lesquelles, de temps en temps, on irradiait avec les rayons ultraviolets pour voir si l'animal n'avait pas changé pendant ces diverses expériences.

1e série..	2″	2″	2″	2″	2″	2″	1″,75	2″	seuil = 2″
2e série..	1,5	1,5	1	1,5	1	2	1,5	1,5	seuil = 1,5
3e série..	8	9	9	9,5	8	8	10	9	seuil = 9

2° *La durée d'irradiation doit être d'autant plus brève que la proportion de rayons ultraviolets est plus forte.* — Ce résultat s'obtient en interposant, entre la lampe à mercure en quartz et l'animal, des écrans différents qui interceptent, soit une quantité plus ou moins grande de rayons ultraviolets, soit au contraire les rayons visibles. Nous avons étudié quantitativement la transparence de ces écrans aux rayons de différentes longueurs d'onde.

Écrans.	Régions du spectre transmises.	Durées du seuil d'excitation.
Quartz..................	6400-2225 U. Å	2″,25
Viscose 0mm,06...........	6400 à 3000 bien ; 3000 à 2225 affaiblies	3
Acétate de cellulose 0mm,05	6400 à 2900 bien ; 2900 à 2724 affaiblies	4
Verre uviol violet 3mm	4400 à 3126 bien ; 3126 à 2981 affaiblies	4,5
Verre blanc 0mm,9........	6400 à 3300 bien ; 3300 à 3126 affaiblies	8
Écran Wood.............	4150 à 4000 affaiblies ; 4000 à 3400 assez bien ; 3400 à 3100 affaiblies	20
Ag colloïdal 10mm	6400 à 4800 très affaiblies ; 4800 à 3700 rien ; 3700 à 3400 affaiblies ; 3400 à 3100 bien ; 3100 à 2225 très affaiblies	25
Verre euphos 0mm,75......	6400 à 4000 bien ; 4000 à 3100 très affaiblies	> 200

3° *Pour provoquer une réaction, l'intensité du rayonnement ultraviolet doit être supérieure à une certaine limite.* — Il existe donc un minimum absolu de l'intensité au-dessous duquel l'animal ne réagit pas, même si l'on prolonge la durée d'irradiation pendant plusieurs minutes (jusqu'à 9 minutes et probablement au delà).

4° *Pour des intensités de rayonnement plus fortes, la durée du seuil* diminue lorsque l'intensité augmente. Ainsi par exemple :

Pour les intensités	5	11	25	100
La durée du seuil est	5″	1″	0″,5	0″,17

5° *Lorsque l'intensité des rayons ultraviolets augmente, l'énergie du rayonnement nécessaire pour provoquer une excitation passe dans un minimum. C'est la loi du minimum d'énergie.*

Pour les intensités	5	11	25	100
L'énergie du seuil est.....	25	11	12,5	17

6° Loi de l'induction physiologique. — *Une excitation de durée inférieure au seuil détermine un effet qui continue encore à augmenter pendant un certain temps après la fin de l'excitation; cet effet disparaît ensuite graduellement.*

Cette conclusion générale résulte des expériences sur l'excitation par des irradiations intermittentes, dans lesquelles on faisait varier, et la durée α des excitations isolées, et la durée ρ des intervalles. Le seuil est déterminé, dans ces cas, par la somme des durées des illuminations successives $\Sigma\alpha$ qui sont nécessaires pour provoquer la réaction; nous désignons ce seuil intermittent par $\Sigma\alpha$ et le seuil correspondant à l'irradiation continue par S.

Lorsqu'on augmente de plus en plus les intervalles entre les excitations, on trouve les cinq cas suivants :

a. Excitations très rapprochées : (par exemple, $\alpha = 0'',02$, $\rho = 0'',02$) : $\Sigma\alpha = S$, il y a *addition totale directe.*

b. Excitations plus espacées (intervalle de $0'',05$ à $0'',1$) : $\Sigma\alpha < S$, il y a un phénomène d'*addition renforcée ou induction.*

c. Excitations plus espacées encore (intervalle $= 0'',1$ à $0'',5$) : $\Sigma\alpha = S$, il y a de nouveau *addition totale*, que nous désignons *indirecte.*

d. Excitations plus espacées (de $0'',5$ à $1''$) : on a $\Sigma\alpha > S$, il y a un phénomène d'*addition partielle.*

e. Excitations encore plus espacées (de $1''$ à $5''$) : $\Sigma\alpha = \infty$, on n'obtient plus de réaction, les excitations ne sont pourtant pas complètement effacées, ainsi qu'on peut le montrer par des expériences sur la fatigue, nous appelons donc ce cas par le terme d'*addition inefficace.*

Conclusions. — *Il existe une excitabilité physiologique par les rayons ultraviolets; on trouve, pour cette excitabilité, la loi du minimum d'intensité*

lumineuse; la loi du minimum d'énergie; la loi d'addition des excitations, présentant plusieurs modalités, en particulier un phénomène physiologique nouveau de renforcement que nous désignons par le terme d'induction physiologique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action synthétisante et de l'action hydrolysante de l'émulsine en milieu alcoolique.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

A la suite de plusieurs séries de recherches concernant l'action de l'émulsine sur la gentiopicrine et la salicine en milieu alcoolique ([1]), nous avons été amenés à examiner dans ce même milieu, que nos expériences semblaient révéler comme favorable, la question de la réversibilité de cette action.

Nous avons donc essayé de reproduire de la salicine en soumettant, dans l'alcool, les composants de ce glucoside : glucose et saligénine, à l'action de l'émulsine ([2]). Contrairement à notre attente, il ne s'est pas fait de salicine; mais, par contre, résultat qui, à notre avis, n'infirme pas l'hypothèse de la réversibilité des actions fermentaires, nous avons obtenu un produit glucosidique ne renfermant pas de saligénine dans sa composition, qui nous a paru être l'éthylglucoside β, soit une combinaison de glucose et d'alcool.

Dans ces conditions, il était permis de penser que la réaction synthétisante constatée se produirait également bien en l'absence de saligénine, c'est-à-dire dans une simple solution alcoolique de glucose. C'est ce dont nous avons voulu nous assurer tout d'abord, avant de procéder aux nombreuses recherches que suggère notre observation.

Nous avons, d'ailleurs, apporté au mode opératoire primitif une modification importante ([3]). On a vu que le ferment est à l'état de poudre insoluble dans le liquide alcoolique; nous en avons conclu qu'une agitation continuelle des mélanges, renouvelant sans cesse les contacts, accélérerait la

([1]) *Action de l'émulsine sur la gentiopicrine en milieu alcoolique* (*Journal de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. IV, novembre 1911, p. 385). — *Action de l'émulsine sur la salicine en milieu alcoolique* (*Comptes rendus*, séance du 9 avril 1912, p. 944).

([2]) *Sur une action synthétisante de l'émulsine* (*Comptes rendus*, séance du 20 mai 1912, p. 1375).

([3]) Cette modification n'a pas été appliquée à la première des expériences rapportées ici.

réaction. Et, de fait, en disposant les flacons sur une machine à agiter, actionnée par un courant d'eau, la durée des expériences, pour une température donnée, peut être réduite de plus de moitié.

Notre expérience a porté sur 2g,50 de glucose pur, anhydre, en solution dans l'alcool à 85c (en tout 250$^{cm^3}$). On a ajouté 0g,50 d'émulsine et abandonné à la température du laboratoire (17° à 20°). Rotation initiale pour $l = 2$: $+60'$.

Comme dans l'expérience décrite antérieurement, la rotation a diminué, puis passé à gauche. Lorsqu'elle a eu atteint $-19'$, ce qui a demandé 20 jours (du 28 avril au 18 mai), la réaction s'est arrêtée. Elle correspondait, dans l'hypothèse de la formation d'éthylglucoside, à une synthèse s'élevant à 77,8 pour 100 de la synthèse totale, soit à 2g,20 de produit. Celui-ci a été séparé et purifié. Il pesait près de 2g et présentait les propriétés du produit obtenu en présence de saligénine, possédant un pouvoir rotatoire égal à $-31°,4$ ($p = 0,5720$; $v = 15$; $l = 2$; $a = -2°24'$; $t = +18°$).

Dans une autre expérience portant sur 20g de glucose, et qui n'a duré que 10 jours, du 17 au 27 mai (le mélange a été agité à la machine), la synthèse s'est élevée à 72,3 pour 100.

Ainsi, que l'action de l'émulsine s'exerce en présence de saligénine ou en l'absence de ce composé, le produit obtenu est le même et il rappelle par ses propriétés l'éthylglucoside β. Voici une dernière expérience qui nous paraît l'identifier avec ce glucoside.

On sait que le *méthyl*-glucoside β est transformé en son stéréoisomère α, qui est dextrogyre, au contact de HCl en solution dans l'alcool méthylique (1).

Une même isomérisation était à supposer pour l'éthylglucoside β. Or, cette isomérisation s'est effectuée, et de la même façon, sur nos produits. Avec le produit préparé en présence de saligénine, une solution dans l'alcool éthylique chlorhydrique accusant $-1°46'$ après sa préparation ($l = 2$), accusait, en dernier lieu, $+6°36'$. Avec une solution de l'autre produit, la rotation a passé de $-2°16'$ à $+8°16'$.

Ces faits devaient ramener notre attention sur l'action hydrolysante de l'émulsine en milieu alcoolique, car ils établissaient que l'alcool, comme nous l'avions fait pressentir, intervient pour son compte en modifiant cette action.

Dans la réaction hydrolysante en milieu alcoolique, en effet, le glucose mis en liberté fait qu'on se trouve dans les conditions des expériences de synthèse que nous venons d'exposer, de sorte qu'il doit se faire de l'éthyl-

(1) Alberda van Ekenstein, *Rec. des Trav. chim. des Pays-Bas*, t. XIII, 1894, p. 183.

glucoside β et que les changements de rotation ne suffisent pas pour mesurer la réaction. Il est d'ailleurs facile de s'assurer qu'il en est ainsi :

S'il y avait hydrolyse normale dans l'alcool, l'indice de réduction enzymolytique (nombre de milligrammes de sucre réducteur formé dans 100^{cm^3} pour un changement optique de 1° ; $l = 2$) de la salicine serait de 380 pour l'alcool à 85° et de 365 pour l'alcool à 40°. Mais s'il se fait de l'éthylglucoside, une partie du glucose formé entrant dans une combinaison non réductrice, et de plus lévogyre, cet indice devra baisser doublement. Or nous avons suivi, jusqu'à l'arrêt, l'action de l'émulsine exercée : 1° dans l'alcool à 85°, 2° dans l'alcool à 40°, sur la salicine, ce qui a demandé 34 jours et 21 jours, et l'indice a été trouvé égal à 242 dans le premier cas et à 317 dans le deuxième ; ce qui confirme notre manière de voir et montre en même temps, comme on pouvait le présumer, que, dans une synthèse avec l'émulsine, on obtiendra moins de glucoside dans l'alcool à 40° que dans l'alcool à 85° [1].

En résumé : 1° l'émulsine détermine directement la combinaison du glucose et de l'alcool, en donnant naissance au seul composé qu'elle hydrolyse en milieu aqueux, l'éthylglucoside β, alors que, par voie chimique ordinaire, on obtient ordinairement les deux stéréoisomères α et β.

Cette action synthétisante peut s'exercer sur d'autres alcools. Nous l'avons constatée jusqu'ici pour les alcools méthylique (glucoside obtenu ainsi à l'état cristallisé), propyliques et isobutylique.

2° Lorsqu'on fait agir l'émulsine sur un glucoside en milieu alcoolique, il y a d'abord hydrolyse de ce glucoside, puis le glucose formé se combine avec l'alcool pour donner un glucoside de l'alcool.

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur deux météorites françaises récemment parvenues au Muséum et dont la chute avait passé inaperçue.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

La collection des météorites du Muséum vient de s'enrichir de deux chutes remarquables tout d'abord en ce qu'ayant eu lieu en France à une époque déjà reculée, et toutes deux en Bretagne, elles sont restées complètement ignorées des spécialistes jusqu'à ce jour.

I. L'une de ces météorites est tombée le 30 juin 1903, il y a déjà neuf années, à la ferme de Kermichel, commune de Limerzel, canton de Roche-

(1) C'est pour cette raison et pour d'autres, sur lesquelles nous reviendrons ailleurs, que nous avons choisi, dans nos essais de synthèse, l'alcool à 85°.

fort-en-Terre (Morbihan). C'est à M. le marquis de Mauroy, correspondant du Muséum, que nous en devons un échantillon détaché d'une masse de 2^{kg},920 qui a été trouvée fortuitement, le 10 avril 1911, par un homme qui labourait un champ et dont la charrue la heurta. La forme du bloc n'a plus d'intérêt car elle a été fortement altérée par le long séjour dans la terre; mais il en est tout autrement de la composition qui se rapproche de celle de bien des météorites. La roche fortement ocracée est traversée de joints selon lesquels se font les fractures sous le coup de marteau. Pour voir la roche, il faut y pratiquer une section plane et la polir. On voit alors sur un fond noirâtre se détacher d'innombrables granules à éclat métallique. Ces globules, mouillés d'une goutte de chlorure d'or en solution aqueuse, précipitent le métal précieux instantanément, comme font les granules de fer nickelé des météorites; leur proportion est faible et leur volume très ténu; on reconnaît aisément qu'ils sont nickelifères. Taillée en lame mince, la roche montre au microscope sa structure très finement clastique; elle consiste en petits grains cristallins juxtaposés et réunis par une certaine quantité de matière vitreuse et, dans cette masse générale très active sur la lumière polarisée, se détachent des aiguilles fragmentées parfois longues et présentant des clivages rectilignes remarquablement longs. La masse a les propriétés caractérisques du péridot olivine, mais on reconnaît facilement un mélange de grains pyroxéniques ayant même quelquefois des contours cristallographiques sur quelques parties. Les chondres y sont extrêmement rares. La densité prise à 16° a été trouvée égale à 3,500. La composition chimique est représentée par les chiffres suivants :

Silice	36,60
Magnésie	24,14
Chaux	Traces
Potasse	1,64
Soude	1,70
Alumine	8,00
Sesquioxyde de fer	2,90
Protoxyde de fer	21,60
Oxyde de nickel	1,20
	97,78

D'après les comparaisons auxquelles nous nous sommes livré, il nous paraît qu'il s'agit d'une pierre du type *lucéite* qui a été fortement altérée, de sorte qu'une partie de son fer s'est oxydée et que toute la masse a été colorée par des incrustements ocreux.

II. L'autre météorite est plus ancienne encore, étant tombée le 4 juillet 1890 (il y a maintenant 22 ans) à Saint-Germain-du-Puel, près Vitré (Ille-et-Vilaine). Ce jour-là, en plein jour, car il était $3^h\frac{1}{2}$ de l'après-midi, on entendit une forte détonation et un témoin crut qu'un jeune chêne peu éloigné venait d'être frappé par la foudre. Il alla voir au pied de l'arbre et trouva une pierre enfoncée dans le sol et brûlante. Cette pierre, qui pèse $2^{kg},742$, présente sur presque toute sa surface la croûte noire caractéristique des pierres tombées du ciel, mais elle est traversée par une cassure non recouverte de cette écorce et qui, par conséquent, a dû se faire au moment du choc sur l'arbre. En effet, en recherchant dans les régions voisines, on retrouva le morceau détaché, du poids de $1^{kg},174$, qui se raccorde exactement, mais qui était tombé à 3^{km} de distance. Ce grand écartement des deux morceaux de la pierre doit faire penser que la vitesse dont elle était animée était énorme. Du reste une autre particularité témoigne dans le même sens. En effet les deux morceaux rapportés forment une plaque de 30^{cm} de longueur et de 15^{cm} de largeur, sur seulement 5^{cm} d'épaisseur, et l'on constate qu'elle a traversé l'atmosphère en lui opposant la résistance maxima, c'est-à-dire en s'avançant sa grande largeur en travers et non pas de champ. Ce qui permet de l'affirmer, c'est la disposition des sillons laissés sur la croûte par le ruissellement de l'air et le bourrelet de vernis accumulé sur le bord de la large surface. Nous avons conservé le moulage de ces curieux spécimens.

Le Muséum ne possède jusqu'ici qu'une esquille de cette pierre, trop petite pour permettre une analyse, mais l'examen microscopique d'une lame mince montre qu'on a affaire à une *Montrésite*, d'ailleurs très riche en chondres d'eustatite, disséminés dans une masse composée de péridot, de pyroxène et de granules de fer nickelé.

GÉOLOGIE. — *Sur le Permien et le Trias du Daralagöz*. Note de M. **Pierre Bonnet**, présentée par M. H. Douvillé.

J'ai signalé l'année dernière (¹) l'existence dans le centre du Daralagöz (Soubous-dagh) de calcaires à *Pseudomonotis* et Meekocératidés, appartenant au Werfénien supérieur. Ces couches étaient séparées du Carboni-

(¹) P. et N. Bonnet, *Sur l'existence du Trias et du Mésojurassique dans le massif de Kazan-Iaïla* (Transcaucasie méridionale) (*Comptes rendus*, 6 mars 1911).

fère à Fusulinelles par des calcaires sans fossiles que j'ai considérés comme représentant le Permien et le Werfénien inférieur. J'ai pu trouver cette année non loin de là, dans la haute vallée du Djagri-tchaï, les représentants fossilifères de ces deux termes.

La coupe que j'ai relevée présente la série concordante suivante :

1. Calcaire noir carbonifère à Fusulinelles, surmonté de quelques mètres de calcaire semblable sans fossiles, avec intercalations bitumineuses.

2. Série permienne comprenant :

a. 5m à 6m de calcaires compacts gris foncé qui renferment *Nautilus cornutus* Golov., *N. parallelus* Ab., *Orthoceras transversum*, Ab., *Lyttonia* sp., *Productus Abichi* Waag., P. cf. *subcostatus* Waag., *Reticularia Waageni* Lócsy, *R. indica* Waag., *Spirigera protea* Ab., *Orthothetes armeniacus* Arth., *Michelinia Abichi* Waag. et quelques autres Polypiers; et, à la partie supérieure, *Otoceras trochoïdes* Ab. et *Hungarites Raddei* Arth.

b. 2m de calcaires rouges pétris d'articles de Crinoïdes, avec des Polypiers, des Rhynchonelles et la plupart des Brachiopodes des couches précédentes.

c. 50cm de calcaires rougeâtres renfermant une grande quantité d'*Otoceras*, spécialement *O. tropitum* Ab. et *O. trochoïdes*, *Goniatites Abichianus* Möll. et quelques *Productus*.

3. Série werfénienne comprenant :

a. 3m de calcaires rouges, où j'ai distingué, à la partie inférieure, un niveau d'un mètre environ d'épaisseur caractérisé par de nombreux *Xenodiscus radians* Stoyanov *non* Waag., avec *X. Mojsisovicsi* Stoy., *Paratirolites Kittli* Stoy., et persistance de *Goniatites Abichianus*; à la partie supérieure, un niveau, épais d'environ 2m, à *Stephanites? Waageni* Stoy., et *Paratirolites* cf. *Dieneri* Stoy.

b. Une vingtaine de mètres de calcaires gris plissotés se débitant en plaquettes, avec des *Pseudomonotis* et des Meekocératidés. Un conglomérat crétacé supérieur les recouvre en discordance.

Cette succession est très semblable, par les fossiles qu'elle renferme et le faciès qu'elle présente, à celle de la gorge de l'Araxe, près de Djoulfa, avec une épaisseur générale moindre. La limite entre le Paléozoïque et le Secondaire est ici plus précise qu'à Djoulfa, où le Permien et le Trias sont séparés par des couches dans lesquelles je n'ai pas trouvé de fossiles : elle se place exactement entre les couches à *Otoceras* et les calcaires rouges à *Xenodiscus* par lesquels débute le Werfénien.

L'analogie avec les formations de la gorge de Djoulfa se poursuit également dans les termes supérieurs de la série triasique : je les ai observés, en

particulier, dans la partie méridionale du Kazan-Iaïla, entre les villages de Karabagliar et Aznaburt. Ce sont les mêmes calcaires en plaquettes couvertes de moules internes de Lamellibranches et de Gastéropodes, suivis des mêmes puissantes masses de dolomies caverneuses sans fossiles. L'ensemble est également compris entre le Werfénien supérieur à *Pseudomonotis* et la base du Bajocien; toute cette suite est concordante et n'est interrompue, comme près de Djoulfa, que par une masse de basalte très altéré, interstratifiée entre les dolomies et le Bajocien.

Mais, ici encore, étant donné l'absence de tout élément paléontologique, la position stratigraphique de ces formations est le seul argument qui milite en faveur de leur attribution respective au Trias moyen et au Trias supérieur.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des formations cristallines de l'Attique.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. H. Douvillé.

Dans une Note précédente (du 9 octobre 1911), j'ai montré que les couches de l'Attique, rapportées par M. Lepsius avec doute au Crétacé inférieur, et désignées par la lettre C_1 dans sa Carte géologique de l'Attique, appartiennent, comme l'a présumé M. C. Renz, au Trias supérieur, parce qu'elles contiennent des Polypiers semblables à ceux du sommet du Parnasse, aussi bien dans la région de l'Hymette qu'au Laurium. Depuis la découverte de Gyroporelles, soit au Laurium, à Plaka et au Trou de Kitso près Kamareza, soit au mont Hymette à Guri Korakut, et au sud-est de Zoodochos Pigi, a confirmé cette détermination : dans ce dernier endroit même on reconnaît, à la loupe, dans les tubes cylindriques fragmentés, les polygones hexagonaux, caractéristiques de la *Gyroporella vesiculifera Gümbeli*. Cela n'exclut pas cependant la présence de lambeaux isolés de Crétacé, confondus jusqu'à présent sous la rubrique C_1 : comme, par exemple, au sommet de la colline Fuchsberg (299,3), au-dessus de Zoodochos Pigi, où des calcaires en plaquettes rouges avec plongement au Nord-Est contrastent avec l'allure des couches C_1 des alentours, plongeant au Nord-Ouest.

Profitant de la présence de M. Ch. Depéret à Athènes, j'ai visité avec lui les couches triasiques (C_1) de Zoodochos Pigi et leur soubassement cristallin, composé de marbres et de schistes cristallins. M. Depéret fut frappé de la ressemblance de ces derniers avec les schistes lustrés des

Alpes et émit l'opinion qu'ils pourraient bien être triasiques, contrairement à leur attribution, par M. Lepsius, aux formations archéennes. Encouragé par l'opinion de mon éminent confrère, je fis de patientes recherches qui ont pleinement confirmé cette opinion, et qui assignent à la série cristalline de l'Attique un âge triasique, comme d'ailleurs M. Lepsius lui-même avait été porté à l'admettre avant de la considérer comme archéenne (*Géologie de l'Attique*, p. 17).

D'après M. Lepsius, la série cristalline se compose, de bas en haut, approximativement, de :

100^{m} de schistes calcaires micacés (Ks),
200 de dolomie (Kd),
500 de marbre inférieur (MU),
250 de schistes micacés (gl),
250 de marbre supérieur (MO).

Cette série est une série concordante, recouverte, en discordance, par 100^{m} de schistes calcaires (C_1).

C'est cette dernière formation (C_1) que j'ai rapportée plus haut au Trias supérieur.

Or j'ai recueilli contre les rives de l'Eridanos, affluent de l'Ilissus, au-dessous d'Agios Marcos, un peu en aval du premier affleurement de marbre sup. (MO), un galet provenant sans aucun doute de cette formation avec *Thecosmilia* sp. Je trouvai d'ailleurs des Gyroporelles dans le marbre supérieur en place à l'est de Zoodochos Pigi et également dans des bancs calcaires intercalés dans les schistes micacés, à Zoodochos Pigi et à Kaessariani. Enfin en remontant le versant de l'Hymette au delà de Kaessariani, je retrouvai dans les éboulis du marbre inférieur (MU) un fragment provenant de cette formation avec des sections de Gyroporelles très semblables aux sections de la *Gyroporella porosa* observée par M. Carl Renz, à Tatoï, et un autre fragment avec Polypiers (probablement *Isastræa Gümbeli*). D'ailleurs le marbre inférieur (MU) est séparé de la dolomie (Kd) par une brèche calcaire, à ciment calcaire, généralement rouge, fort semblable à la brèche rouge qu'on rencontre en Grèce partout au-dessous du calcaire mésotriasique à *Gyroporella porosa*, et qui correspond, sans doute, au calcaire rouge à *Ceratites trinodosus* de l'Argolide. Ainsi donc, tandis que le calcaire C_1 de Lepsius répond au Trias supérieur, les formations cristallines (MO), (gl), (MU), répondraient au Trias moyen. Le Trias inférieur serait ainsi représenté par la dolomie (dK) et les schistes calcaires micacés (Ks). Ce Trias, tel qu'il vient d'être décrit, occupe la côte Est de l'Attique, depuis le Laurium

jusqu'à Grammatico, avec cette particularité que le Trias supérieur C_1 est discordant sur le terrain cristallin et manque souvent comme au Sunium : quelquefois le marbre supérieur (MO) manque avec lui, comme aux monts Rimbari au Laurium, ainsi que cela ressort de la Carte géologique de l'Attique de Lepsius. Il faut donc admettre qu'il y eut, en Grèce, entre le Trias moyen et le Trias supérieur des mouvements de terrain importants ; ces mouvements ont été accompagnés d'épanchements considérables de roches vertes, qu'on retrouve aujourd'hui serpentinisées, à chaque pas, sous le calcaire C_1 le long de l'Hymette. Ces mouvements sont confirmés par un conglomérat triasique important, intercalé à l'Acrocorinthe dans la formation triasique sous le calcaire coralligène du sommet, assimilable au Trias supérieur du Parnasse. Ces mêmes conglomérats se retrouvent au mont Oneion, à l'est de l'Acrocorinthe, sous le calcaire triasique du sommet. Cela explique aussi pourquoi dans l'Attique, à l'ouest de la ligne Hymette-Pentélique-Grammatico, on ne rencontre plus de Trias supérieur, mais seulement le Trias moyen avec Gyroporelles, et le Trias inférieur avec schistes calcaires, comme cela ressort des travaux de M. Carl Renz sur le Parnès.

Quant à la plus grande cristallinité des formations du Trias moyen à l'Est, il faut l'attribuer, sans doute, à un métamorphisme de contact, dû à l'épanchement des roches vertes, qui a accompagné les mouvements de l'écorce principalement dans cette région.

Ainsi donc, les plis hercyniens se seraient attardés en Grèce au delà de l'époque paléozoïque. A ces mouvements triasiques se rattachent deux directions de plissement normales entre elles, NE et NO, reconnues par M. Lepsius dans le terrain cristallin de l'Attique. Ces deux directions se retrouvent dans les directions des griffons de Camareza au Laurium, qui se sont formés probablement postérieurement sur l'emplacement de diaclases préexistant depuis l'époque triasique.

Rappelons pour terminer que M. L. Cayeux avait déjà entrevu l'âge triasique des terrains cristallins de l'Attique dans une Note à l'Académie du 12 mai 1902 (*Sur la composition et l'âge des terrains métamorphiques de la Crète*).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912 sur la propagation des oscillations électriques.* Note de MM. **A. Boutaric** et **G. Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

La mesure de l'intensité des ondes hertziennes émises par la tour Eiffel a été faite, au poste de réception de la Faculté des Sciences de Montpellier, par la méthode du téléphone shunté :

L'appareil récepteur est le modèle courant de Ducretet à détecteur électrolytique. Les signaux sont perçus au son, à l'aide de deux téléphones placés aux bornes, en série sur le circuit de la pile et du détecteur, mais en dérivation l'un par rapport à l'autre; leurs résistances sont respectivement de 500^{ω} et de 4000^{ω}. Deux opérateurs peuvent percevoir simultanément les signaux, l'un avec le téléphone de 500^{ω}, l'autre avec celui de 4000^{ω}. Aux bornes des téléphones on intercale une troisième dérivation dont la résistance, d'abord très grande, peut décroître jusqu'à produire l'extinction successivement dans les deux téléphones. Plus le son est intense et plus est faible la résistance à introduire pour atteindre l'extinction.

L'intensité du courant qui traverse l'un quelconque des téléphones, quand on supprime la dérivation, dépend de l'intensité des ondes reçues et peut leur servir de mesure. Dans cette hypothèse, un calcul simple permet d'exprimer cette valeur relative de l'intensité des ondes reçues en fonction de la résistance qui produit l'extinction.

En dehors de toute hypothèse, on peut dire que l'intensité des ondes reçues sera la même, la sensibilité de l'appareil demeurant constante, quand la résistance d'extinction aura la même valeur; si cette résistance diminue, c'est que l'intensité des ondes augmente.

Les émissions d'essai faites à plusieurs reprises par la tour Eiffel, les 4, 11, 18, 25 mars, le 1er et le 4 avril, grâce à l'extrême amabilité de M. le commandant Ferrié, nous ont permis de vérifier que notre appareil gardait une sensibilité constante. D'autre part, les mesures faites séparément par chacun de nous, avec les deux téléphones, ont toujours donné des résultats du même ordre et qui, pour les séries préliminaires d'essai, ont été sensiblement d'accord avec les mesures faites dans d'autres postes de réception par des méthodes différentes. Enfin les intensités que nous avons mesurées dans ces séries d'essai se sont trouvées proportionnelles aux intensités du courant dans l'antenne de la tour, ainsi qu'il résulte des nombres qu'a bien voulu nous communiquer M. le commandant Ferrié.

Voici, résumées dans un Tableau, les valeurs de la résistance produisant l'extinction dans le téléphone de 500^{ω}, aux diverses heures, le 17 juin.

Dans la troisième colonne, nous indiquons les valeurs relatives de l'intensité des ondes exprimées en fonction de la résistance, suivant le mode de calcul dont nous indiquons plus haut le principe.

Heures.	Résistance d'extinction.	Intensité relative des ondes.
$8^{h}.40^{m}$	50	9,9
10.40	70	7,3
11.30	90	5,9
12.10	120	4,7
12.20	90	5,9
12.40	70	7,3
13.30	60	8,2
13.45	60	8,2
14.00	80	6,5
14.40	80	6,5

De ces mesures il résulte tout d'abord que l'intensité des ondes reçues à Montpellier a augmenté pendant la deuxième partie de l'éclipse, entre $12^{h}15^{m}$ et $13^{h}45^{m}$; le maximum d'intensité à la réception s'est produit environ 1 heure 30 minutes après le maximum de phase de l'éclipse (qui avait lieu à $12^{h}10^{m}$). Avec notre mode d'évaluation, l'intensité a passé de la valeur 4,7 (à $12^{h}10^{m}$) à la valeur 8,2 (à $13^{h}45^{m}$); dans le même mode d'évaluation, pendant les séries d'essai du 25 mars, l'intensité étant 4,5 à $15^{h}30^{m}$ a atteint la valeur 11 à $22^{h}30^{m}$. On peut se rendre compte ainsi de l'ordre de grandeur de l'amélioration produite par l'éclipse, comparée à celle qui se produit en temps ordinaire entre le jour et la nuit.

SISMOLOGIE. — *Sur l'influence sismogénique des mouvements épirogéniques.* Note (¹) de M. **DE MONTESSUS DE BALLORE**, présentée par M. Barrois.

Dans un Ouvrage récent nous avons attiré l'attention sur ce fait qu'on n'ait pas encore cherché à mettre en évidence si les déformations à grand rayon de courbure de l'écorce terrestre, c'est-à-dire les mouvements épirogéniques, sont ou non en relation avec les mouvements sismiques actuels. C'est qu'en effet la théorie tectonique des tremblements de terre ne peut prétendre à un rôle sismogénique exclusif, quoiqu'on ait pu défini-

(¹) Présentée dans la séance du 10 juin 1912.

tivement éliminer les phénomènes volcaniques et ceux d'effondrements par dissolution comme causes de séismes importants et on lui a fait, à juste titre, cette objection que d'innombrables secousses d'intensité modérée et un certain nombre de tremblements de terre destructeurs ne s'accompagnent pas d'effets mesurables de dislocations ou de rejets de failles, préexistantes ou non. Cette difficulté serait levée, au moins en apparence, s'il était démontré que, *d'après les faits d'observation contemporaine, les failles d'une époque donnée ne paraissent pas traverser les sédiments superficiels de cette même époque* (1). Or il s'agit là d'une affirmation sur l'exactitude ou surtout sur la généralité de laquelle on ne saurait compter, son auteur ne l'appuyant sur aucun ensemble de faits précis.

Est-il possible de rencontrer un certain nombre de régions au moins pénésismiques qui aient été le siège de mouvements épirogéniques assez récents pour qu'on puisse attribuer à ceux-ci une sorte de survivance sous forme de tremblements de terre? Il semble bien qu'il en soit ainsi pour le pourtour méridional des boucliers scandinave et canadien, surtout depuis les travaux de Ussing (2) sur les tremblements de terre du Jutland et de l'archipel danois, et ceux de Hobbs (3) sur ceux du Michigan. Ces régions ont en effet été, pendant l'époque glaciaire et à plusieurs reprises, le siège de mouvements épirogéniques intenses; elles sont encore, surtout la seconde, le théâtre de séismes de quelque importance ; en particulier, nous aurions ainsi la clef des secousses assez fréquentes d'Hernösand, que des dislocations locales ne justifient qu'insuffisamment.

Ces deux exemples ne suffiraient pas à établir la suggestion dont il s'agit sur des bases solides, si l'on ne pouvait y en ajouter d'autres, mais qui se rapportent à des mouvements épirogéniques plus anciens, ceux de l'époque néogène. Or on peut citer, dans cet ordre d'idées, le bord méridional du massif bohémien, la dépression du massif armoricain, entre Dol et Dinan, le nord de Madagascar, les Nouvelles Hébrides, la dépression du bord des Sudètes vers la haute Silésie, la Caspienne entre le Caucase et le petit Balkhan, toutes régions pénésismiques, la force de l'argument en faveur d'une coïncidence non fortuite résidant surtout en ceci, que cette liste

(1) Stanislas Meunier, *Sur l'efficacité orogénique des tremblements de terre* (*Bull. Mus. Hist. nat.*, 1911, n° 3, p. 191).

(2) Dänemark, *Handb. d. reg. geol.*, I Abth. 2, 1910, 3.

(3) *The late glacial and postglacial uplift of the Michigan Basin. Earthquakes in Michigan* (*Mich. geol. a. biol. Survey*. Pub. 5, sér. 3, 1911).

comprend la totalité des régions à mouvements épirogéniques de l'époque néogène, telle que l'a donnée Haug, dans son Traité de Géologie.

On peut donc admettre provisoirement que les mouvements épirogéniques, de la fin de l'époque tertiaire et de l'époque quartenaire, se survivent sous forme de tremblements de terre modérés à l'époque actuelle. Il paraît y avoir relation de cause à effet entre les deux ordres de phénomènes.

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des horizons du Trias inférieur et moyen dans le Nord-Annam.* Note de M. **J. Deprat**, présentée par M. H. Douvillé.

Nos connaissances sur le Trias s'étant notablement accrues depuis quelque temps, il nous paraît utile d'indiquer, dès à présent, comment se présente dans le Nord-Annam la succession des principaux horizons.

Généralité de la discordance des terrains triasiques. — J'ai pu constater, en de nombreux points très distants les uns des autres, la constance avec laquelle le Trias inférieur se montre discordant sur les horizons paléozoïques et sur des horizons très différents. Au sud de Vinh, de nombreuses coupes, relevées dans des régions très peu pourvues de végétation, ne laissent place à aucune interprétation douteuse. On y voit le Trias inférieur, débutant par une puissante série de poudingues, reposer tantôt directement sur le Granite, tantôt sur l'Ouralien calcaire à Fusulines, tantôt sur le Permien plissés en synclinal. Deux belles coupes qu'on peut relever entre Minh-Cam et Badon montrent :

Base du Trias inférieur :

Arkose et grès grossiers à débris de plantes (épaisseur supérieure à 600^{m}).
Poudingues à galets calcaires ouraliens et permiens à Fusulines.

Permien moyen :

Schites marneux sans fossiles.
Calcaire à *Doliolina lepida* Schwag.

Les arkoses, grès et quartzites du Trias inférieur, s'étendent largement sur toute la région de Badon, dans le bassin de la rivière de Troc où ils atteignent une puissance énorme.

Sur la feuille de Ha-tinh, le Trias inférieur bien développé entre Ky-Anh et Tram-Voi, est directement transgressif, soit sur le granite, soit sur les

schistes cristallins qui forment le prolongement nord-ouest du massif de la Porte d'Annam. Au sud-ouest de Quant-Ich, en allant de la route au Loi-Tien, on observe la coupe suivante :

Trias inférieur :

Schistes jaunes à débris de *Myophories*.

Schistes roses ou jaunes, fins, pulvérulents, identiques aux schistes similaires à *Danubites* du Tonkin (Lang-Son).

Schistes gréseux rouges.

Grès et poudingues puissants à éléments granitiques.

Micaschiste.

A l'ouest de Tuan-Thuong, les poudingues et les arkoses reposent sur les granites au Lac-Son. Près de Ben-thuy, au Nui-nga-ma, les poudingues épais à gros éléments reposent, tantôt sur des schistes cristallins anciens, tantôt sur le granite porphyroïde, tantôt sur les quartzites ordoviciens à *Trinucleus ornatus*.

Le contact du poudingue et des terrains qui forment le substratum, est très irrégulier.

Les exemples précédents nous montrent clairement le Trias inférieur gréseux, transgressif et discordant sur les terrains paléozoïques, antérieurement plissés, puis rabotés par une érosion antétriassique.

Succession stratigraphique entre Vinh et Thanh-Hoa. — Au nord de Vinh, la série des poudingues, arkoses et schistes jaunes, atteint une puissance énorme entre Do-Cam et My-Ly ; elle est très plissée et ses relations avec d'autres terrains ne sont pas visibles, étant masquées sous les plaines alluvionnaires.

Au contraire, dans la région de Khoa-Truong, le Trias inférieur et le Trias moyen offrent de belles coupes avec d'importants gisements fossilifères du Trias moyen, comme l'horizon à Gastropodes de Quán-Moc et l'horizon ammonitifère de Quán-Son, ce dernier découvert par M. Lantenois.

Entre Hoang-Mai et le massif du Nui-Suoc, on peut relever la coupe suivante qui est particulièrement nette :

Rhétien.

15 Grès rhétiens transgressifs.

Trias moyen.

14	Calcaire à Ammonites (horizon de Quan-Son) plissé en synclinal.	80 m
13	Calcaire gris à Gastropodes du Quan-Moc....................	60
12	Calcaire à rognons siliceux et à quartzites rubanés intercalés en bancs bien lités, de plus en plus nombreux à la base..........	30
11	Quartzites rubanés..	80

Trias inférieur.

10	Tuf de diabase..	10
9	Arkoses..	5
8	Quartzite..	7
7	Banc de calcaire à rognons de silex..........................	5
6	Quartzite..	8
5	Banc calcaire à rognons de silex............................	5
4	Quartzites rubanés..	20
3	Schistes jaunes...	150
2	Arkoses, grès et quartzites en série épaisse..................	250
1	Poudingues...	40

La coupe se complète à Quán-Son à l'Ouest de Khoa-Truong où M. Lantenois a observé, au-dessus du calcaire à Ammonites de Quán-Son, une série de schistes gréseux chamois. Il a recueilli une belle faune dans chacun de ces horizons.

Le calcaire à Gastropodes de Quán-Moc contient une faune nombreuse actuellement à l'étude, dont les éléments rappellent comme faciès le Trias himalayen : ce sont des *Worthenia* n.sp., *Cœlostylina* n.sp., *Loxonema* n.sp., de grandes *Chemnitzia* (*Omphaloptycha*) n.sp., *Promathildia* sp., *Spiriferina* (*Mentselia*) n.sp., etc.

Dans le calcaire de Quán-Son à l'ouest de Khoa-Truong, M. Lantenois a recueilli *Dinarites* n.sp.; *Cuccoceras* (3 espèces).; *C. Yoga* Diener; *Ceratites* (2 espèces); *Meekoceras* sp.; *Ptychites* n. sp.; *Balatonites* n. sp.; *Orthoceras* cf. *campanile* Bittner, *Rhynchonella* (*Norella*) *Kingi* Bittner, *Rh.* (*Norella*) n.sp.;

Dans les schistes gréseux supérieurs au calcaire de Quán-Son il a trouvé *Ceratites* n.sp.; *Gervilleia* sp.; *Posidonomya* sp. (1).

Les horizons fossilifères que nous venons d'indiquer ne sont certainement pas les seuls qui existent dans toute cette série et nous comptons, dans la suite, en préciser un nombre plus considérable.

(1) Ces déterminations sont dues à M. Mansuy qui étudie actuellement ces faunes d'une façon approfondie.

M. **A. Turpain**, à propos de la Note de M. *Flajolet*, relative à l'annonce des orages, parue dans les *Comptes rendus* du 11 mars 1912, adresse la liste de ses propres publications sur ce sujet, de 1902 à 1912, et rappelle les noms de divers savants étrangers, qui se sont occupés de la même question.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 28 mai 1912.)

Note de M. *A. Blondel*, Sur les oscillations des alternateurs accouplés :

Page 1417, *au lieu de*

$$E = \overline{OK} + \omega \quad (L_d L_t) I \sin\psi,$$

lire

$$E = OK + \omega \quad (L_d - L_t) I \sin\psi.$$

Page 1418, ligne 6 en remontant, dans la formule (5) sous le grand radical, *au lieu de*

$$+ I^2 \cos^2\psi\,\omega (l_t - l_d) EI \sin\psi.$$

lire

$$- I^2 \cos^2\psi\,\omega (l_t - l_d) - EI \sin\psi.$$

(Séance du 10 juin 1912.)

Note de MM. *Guye*, *Kovacs* et *Wourtzel*, Poids du litre normal d'air atmosphérique à Genève :

Page 1585, lignes 21 et 25, *au lieu de* $0^g,02$ et $0^g,09$, *lire* 0,02 et 0,09.

Page 1586, ligne 11, *au lieu de* nos résultats très intéressants, ainsi qu'une confirmation de plus des faits signalés par M. Morley, *lire* nos résultats, ainsi qu'une confirmation de plus des faits très intéressants signalés par M. Morley.

N° 25.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 17 Juin 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 25.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 154.

N° 26 (24 Juin 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.



ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Contrôle de la nouvelle méthode de dosage du fluor. Caractéristique des plus faibles traces de ce corps.* Note de MM. **Armand Gautier** et **Paul Clausmann.**

Il nous faut établir maintenant : *a*, que la méthode de dosage du fluor que nous avons exposée à l'Académie dans les séances du 3 et du 17 juin ([1]) donne des résultats exacts dans les cas les plus différents et les plus difficiles; *b*, qu'on peut, grâce à elle, caractériser qualitativement par la gravure sur verre, les plus faibles traces de ce corps.

A. Contrôle de la méthode. — La solution titrée de fluorure de potassium destinée à nos essais de contrôle est obtenue en décomposant à chaud, dans le platine, le fluorhydrate de fluorure de potassium pur. Après le départ de l'acide fluorhydrique on sèche le résidu après avoir eu le soin de neutraliser la solution, généralement devenue faiblement alcaline, par un peu d'acide fluorhydrique. Ce fluorure permet de préparer une solution titrée qui peut être conservée dans un flacon de verre fortement enduit de paraffine à l'intérieur. Son titre ne diminue que très lentement.

Lorsqu'on devait recourir à des quantités déterminées de fluor sous forme insoluble, on préparait du fluorure de calcium pur en précipitant le fluorure de potassium ci-dessus par de l'acétate de chaux, filtrant, lavant et desséchant à 350°. Ce fluorure était ensuite broyé avec une quantité déterminée de sulfate de baryum pur.

([1]) Voyez pages 1469 et 1670 de ce Volume.

Nos essais de contrôle ont tous été faits en séparant en deux parts égales la matière où l'on avait à doser le fluor, ajoutant à l'eau un poids connu, toujours très faible, de ce corps, et s'assurant que l'on trouvait, par différence, le poids du fluor ajouté. Voici nos essais :

Premier essai. — A 1 litre *d'eau distillée* on ajoute $0^{mg},475$ de fluor (à l'état de KF). Trouvé par notre méthode :

Fluor.......................... $0^{mg},456$

Deuxième essai. — 2 litres *d'eau de Vanne* prise à Paris, sont légèrement alcalinisés. On y dose le fluor :

Fluor (en 2 litres).............. $0^{mg},255$

A 2 autres litres de la même eau, on ajoute 1^{mg} de fluor et l'on dose :

	Fluor trouvé.
Eau de Vanne, additionnée de 1^{mg} de fluor.....	$1^{mg},249$
La même, sans addition de fluor..............	$0^{mg},255$
Différence......................	$0^{mg},994$
Au lieu de fluor ajouté..........	$1^{mg},000$

Troisième essai. — Pris 945^{cm^3} *d'eau de Vichy* (Grande Grille) qu'on divise en deux parts égales; on ajoute à l'une $4^{mg},75$ de fluor (à l'état de KF) et l'on dose le fluor dans les deux liqueurs :

	Fluor trouvé.
Eau de Vichy, additionnée de $4^{mg},75$ de fluor...	$6^{mg},96$
La même, sans addition......................	$2^{mg},15$
Différence......................	$4^{mg},81$
Au lieu de fluor ajouté..........	$4^{mg},75$

Quatrième essai. — *Eau sulfatée d'Hunyadi-Janos.* Dans ce cas particulièrement délicat en raison de la grande quantité des sulfates dissous, nous avons recouru à la variante de la méthode exposée page 1473, consistant dans l'entraînement préliminaire du fluor par le phosphate ammoniaco-magnésien.

Pris 1340^{cm^3} de cette eau, divisé en deux parts égales; ajouté à l'une $4^{mg},75$ de fluor et dosé en chacune d'elles cet élément :

	Fluor trouvé.
Eau d'Hunyadi, après addition de $4^{mg},75$ de fluor..	$5^{mg},250$
La même, sans addition	$0^{mg},700$
Différence......................	$4^{mg},55$
Au lieu de fluor ajouté..........	$4^{mg},75$

Cinquième essai. — *Cerveau de chien* pesant 72^g. On enlève les membranes méningées. On broye la pulpe cérébrale et la divise en deux parts égales, chacune de 36^g. On ajoute à l'une d'elles $1^{mg},9$ de fluor :

	Fluor trouvé.
Partie additionnée de $1^{mg},9$ de fluor..........	$2^{mg},360$
Partie sans addition de fluor..................	$0^{mg},525$
Différence.....................	$1^{mg},853$
Au lieu de fluor ajouté..........	$1^{mg},900$

Sixième essai. — *Sang de veau.* Pris 400^g de ce sang divisé en deux parts égales; ajouté à l'une $2^{mg},375$ de fluor :

	Fluor trouvé.
Dans 200^g de sang additionnés de $2^{mg},375$ de fluor.	$4^{mg},06$
Dans 200^g du même sang naturel	$1^{mg},58$
Différence..................	$2^{mg},48$
Au lieu de fluor ajouté...........	$2^{mg},37$

Septième essai. — *Os de mouton calcinés* (du commerce). Pris 1^g de cendre d'os; ajouté 2^{mg} de fluor sous forme de CaF^2 et dosé le fluor :

	Fluor trouvé.
1^g cendre d'os, avec addition de $2^{mg},0$ de fluor....	$2^{mg},44$
1^g cendre d'os, sans addition de fluor............	$0^{mg},56$
Différence......................	$1^{mg},88$
Au lieu de fluor ajouté...........	$2^{mg},00$

Huitième essai. — *Minéraux fluorés.* Notre méthode n'a plus de raison d'être si la matière contient, comme l'apatite, la fluorine, la topaze, etc., des quantités notables de fluor. Dans ces cas, n'opérant par cette méthode que sur quelques centigrammes, l'erreur possible, rapportée à 100, est toujours multipliée par un coefficient élevé. Nous avons toutefois généralement obtenu des chiffres assez concordants avec ceux qu'a donnés le dosage par pesée du fluorure de calcium et nous serions même assez portés à penser que les déterminations par la présente méthode sont les plus exactes. Voici un exemple :

Topaze traitée par la méthode de Berzélius-Rose :

Fluor trouvé pour 100.....................	14,1
Le même par notre méthode................	15,1

Ainsi, sauf dans le cas des minerais richement fluorés pour lesquels notre méthode n'est pas indiquée, mais où elle peut encore s'appliquer avec avantage si l'on ne dispose que de parcelles de quelques centigrammes

ou milligrammes (¹), la marche que nous suivons donne des chiffres satisfaisants. Elle permet de retrouver avec certitude et de doser $\frac{1}{10}$ de milligramme de fluor dans un litre d'eau potable ou minérale ou dans 100^{g} d'un tissu animal ou végétal.

B. Caractéristique des traces de fluor. — Quand par la méthode que

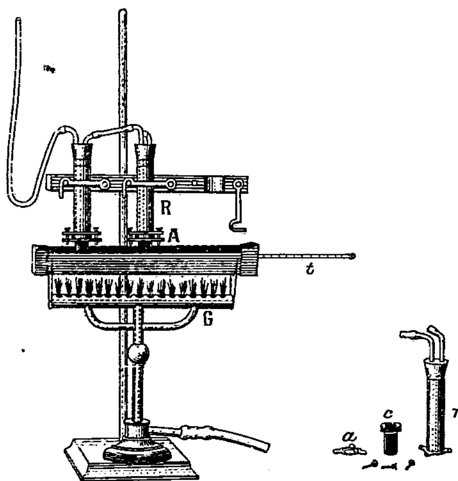


Fig. 1.

nous venons de faire connaître la totalité de fluor a été transformée en fluorure de baryum *totalement privé de silice*, il est toujours nécessaire de s'assurer qualitativement (et au besoin avant le dosage définitif) de l'existence et, jusqu'à un certain point, de la richesse approximative en fluor du précipité barytique.

La marche suivante nous permet de caractériser le fluor par la gravure du verre ordinaire avec $\frac{1}{100}$ et même $\frac{1}{1000}$ de milligramme de ce corps.

On pèse une petite quantité du précipité barytique exempt de silice (obtenu comme il a été dit (page 1672) qu'on introduit dans un petit creuset de plomb conique de 24^{mm} de profondeur et de 10^{mm} d'ouverture (*fig.* 1, *c*). Une rondelle très mince de liège recouverte de caoutchouc est soudée sur le bord aplati du creuset par un peu de vernis à l'alcool. Après avoir introduit dans le fond le sulfate de baryte fluoré, on y fait tomber 1 à 2 gouttes d'acide sulfurique pur étendu de $\frac{1}{10}$ de son volume d'eau et l'on applique aussitôt sur le bord aplati du creuset, muni de sa rondelle de

(¹) Tel est le cas d'un minerai très rare, tel que le *Bastnaesite* (fluocarbonate de *cérium* et *didymium*) où nous avons pu doser le fluor sur 10^{mg} de substance.

caoutchouc, un disque de verre ordinaire sur la surface duquel vient s'appuyer, grâce à une garniture métallique extérieure à vis, le fond d'un réfrigérant en cuivre R où circule un courant d'eau froide (*fig.* 1).

Ce disque de verre (*fig.* 2) préalablement lavé aux acides, à l'eau, à l'éther et à l'alcool, a reçu, avant d'être mis en place, l'impression d'un cachet revêtu de vernis à l'alcool, laissant en son centre un cercle de 3^{mm} de rayon, où l'on trace à la plume enduite de vernis deux diamètres perpendiculaires (*fig.* 2, A.*a*). Après dessiccation, il reste sur le disque de verre

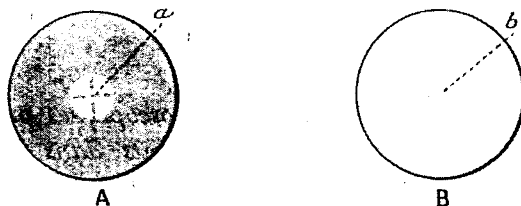


Fig. 2.

quatre cadrans étroits (*fig.* 2, B.*b*) que refroidira le réfrigérant métallique pressé contre la plaque de verre et sur la surface étroite desquels viendra se condenser et mordre la totalité de l'acide fluorhydrique dégagé.

Tout étant ainsi préparé, on chauffe au bain de limaille de fer, d'abord lentement à 80° durant 1 heure, on laisse refroidir puis on réchauffe à 220°-230°, pendant 1 heure encore, le fond du petit creuset. Après l'opération, on retire la plaque de verre, on la lave à l'alcool et à l'eau, et on la sèche.

Quand on a bien opéré, la croix formée par les quatre cadrans exposés aux vapeurs de FH est visible à l'œil nu jusqu'au $\frac{1}{100}$ de milligramme de fluor (voir *fig.* 2, B). Pour des quantités moindres, il faut, pour l'apercevoir, insuffler l'haleine et regarder la plaque de verre, par réflexion, sur fond obscur. La gravure saute aux yeux au moment où la légère buée va disparaître. Les $\frac{2}{1000}$ et même le $\frac{1}{1000}$ de milligramme de fluor peuvent être ainsi décélés [1]. Des essais faits à blanc avec notre acide sulfurique pur et même additionné d'une trace d'acide chlorhydrique ou nitrique, n'ont donné aucun dépoli.

---

[1] Pour apercevoir la gravure avec de si minimes quantités, un ou plusieurs traits d'écriture ne suffiraient pas. L'apparition, facile à apprécier rapidement, de la croix à quatre cadrans empêche toute indétermination lorsque, pour des quantités de fluor inférieures au $\frac{1}{100}$ de milligramme, elle n'apparaît que durant une fraction de seconde.

Au début de nos recherches nous avions pensé pouvoir arriver à apprécier les quantités de fluor par l'aspect de cette gravure comparée à des types préparés d'avance. Nous avons vite reconnu qu'on ne saurait régler suffisamment cette méthode très sensible, il est vrai, mais capricieuse.

Ses indications permettent cependant de juger, avec une approximation suffisante, des quantités de fluor, grandes ou petites, qu'on aura à doser et de régler ainsi les proportions de sulfate barytique fluoré qu'au cours de la méthode qu'on vient de décrire on devra introduire dans le creuset de platine pour procéder à l'attaque du cristal et au dosage définitif.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Inversions stéréoscopiques provoquées et subies par les images rétiniennes de simples points dans l'espace.* Note de M. A. **Chauveau.**

Dans les Notes communiquées les 22 et 29 avril [1], les inversions stéréoscopiques ont été étudiées sur des stéréogrammes représentant une cage octaédrique, à claire-voie, vue par le sommet d'une des deux pyramides à base carrée dont l'association forme l'octaèdre représenté.

Il est ressorti de cette étude une première proposition fondamentale. *Dans la lutte des deux effets stéréoscopiques, d'inégale intensité, mis en opposition en une région des champs visuels, l'inversion du plus faible de ces effets, saillie ou profondeur, est déterminée par la différence de hauteur des deux pyramides couplées.* Or, cette différence de hauteur dépend exclusivement de la position qu'occupent respectivement, dans l'espace, les sommets des deux pyramides, par rapport au plan carré qui en est la base commune. Un simple point, en l'endroit où la projection stéréoscopique aurait placé le sommet de chacune de ces pyramides, suffirait donc à représenter dans ledit plan le caractère essentiel des stéréogrammes.

Ainsi, logiquement, dans tous les stéréogrammes de pyramides simples ou associées en opposition, ce point isolé doit être en possession de toutes les propriétés stéréoscopiques des stéréogrammes complets. Par exemple, ce point apparaîtra suspendu dans l'espace, en avant ou en arrière du plan de projection, suivant qu'on examinera les stéréogrammes d'une pyramide en relief ou

---

(1) *Comptes rendus*, t. 154, p. 1046 et 1131.

ceux d'une pyramide en creux. Ou bien, dans le cas d'assemblage des deux pyramides, le point dominé subira l'inversion que lui impose le point dominateur et se placera à côté de celui-ci, soit en arrière, soit en avant du plan de projection, selon que la supériorité appartiendra à l'impression de profondeur ou à l'impression de relief.

Il était facile de soumettre ces inductions au contrôle de la vérification expérimentale. On y a pleinement réussi, avec le rapprochement et la comparaison de stéréogrammes spéciaux, où, d'une part, les charpentes de pyramides sont complètement représentées en projection et où, d'autre part, le point simple figurant le sommet de ces pyramides en constitue, à lui seul, tout l'édifice.

Cinq de ces stéréogrammes spéciaux ont été consacrés aux démonstrations. Tous présentent la même disposition générale, comme on peut le voir sur les figures 1, 2, 3, 4 et 5. Chaque demi-figure comprend, disposés horizontalement côte à côte, trois stéréogrammes particuliers complets, représentant : celui du milieu, l'assemblage des deux pyramides en opposition ; celui de gauche, la pyramide en creux ; celui de droite, la pyramide en relief. Au-dessus et au-dessous, ces trois stéréogrammes sont répétés, avec un point isolé, pour tout élément constitutif de la charpente des pyramides.

Première démonstration. — Elle concerne le cas (*fig.* 1) où la pyramide en saillie, conjuguée avec la pyramide en creux, est en possession d'une légère supériorité, qui lui permet d'induire cette dernière en inversion. Toutes deux, en effet, la *dominée* comme la *dominatrice*, se présentent en saillie et donnent la même sensation de relief, faible, mais néanmoins fort net.

Quant aux stéréogrammes symétriques en addition, garnis de simples points occupant la place des sommets de pyramides, les deux rangs qu'ils forment, au-dessus et au-dessous de leurs congénères complets, se comportent tout naturellement tout à fait de la même manière au point de vue des sensations de relief et de profondeur qu'ils provoquent.

Ainsi, chaque stéréogramme de gauche (pyramide en creux) montre dans le carré qui en détermine les limites, le point libre qui l'empêche d'être complètement vide, reporté très en arrière du plan de projection que représente ce carré. En s'appliquant à viser en même temps le sommet de la pyramide du groupe type, on constate que ce sommet et les deux points des stéréogrammes additionnels occupent exactement la même situation dans l'espace derrière le plan de projection.

Avec les stéréogrammes de droite (pyramide en relief) mêmes constatations exactement. Dans l'un et l'autre, le point isolé se détache du plan de projection en allant au-devant du regard et en restant suspendu dans l'espace juste au niveau du sommet de la pyramide du groupe type.

Enfin les stéréogrammes additionnels du milieu (relief et creux en opposition) s'adaptent tous deux aux transformations qui se révèlent dans celui du groupe primitif établi pour servir de terme de comparaison. Les deux points qui occupent la place des sommets de pyramides en opposition se montrent, à l'examen stéréoscopique, suspendus dans l'espace, à côté l'un de l'autre, au-dessus du plan de projection, exacte-

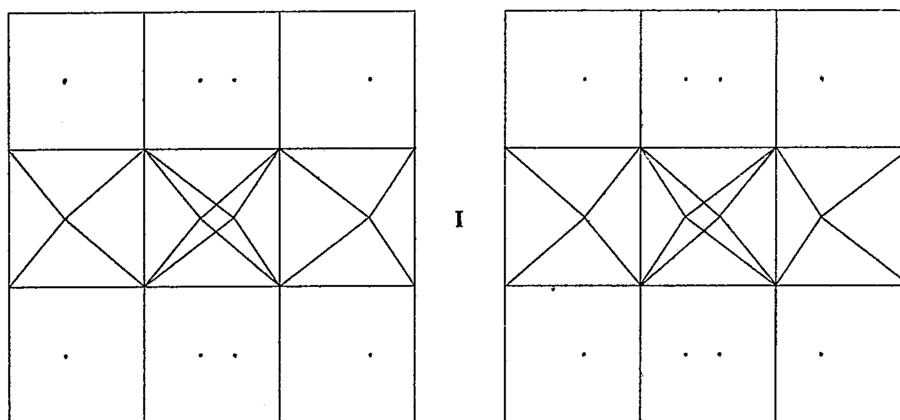


Fig. 1.

ment à la même hauteur que les sommets des pyramides en figuration complète dans le stéréogramme correspondant du groupe primitif.

En résumé, les résultats donnés par cette vérification expérimentale sont rigoureusement conformes aux prévisions induites de la détermination du mécanisme qui préside à la création de la prépotence des impressions rétiniennes. Le sommet des pyramides en constitue l'organe stéréoscopique fondamental et de simples points, figurant dans l'espace à ses lieu et place, en réalisent toutes les fonctions stéréoscopiques.

Deuxième démonstration. — Elle est le complément de la première. La figure 2 qui donne cette deuxième démonstration est, en effet, exactement calquée sur la figure 1; donc, consacrée encore au cas de prépotence attribuée à la pyramide en saillie, ce qui entraîne l'inversion de la pyramide en creux, lorsque les deux pyramides sont conjuguées en opposition. *Mais l'épaississement des traits de la pyramide en creux lui a communiqué une contre-prépotence qui la met en état de résister à l'inversion. Cette pyramide récupère ainsi sa profondeur normale, celle qui se manifeste dans le stéréogramme de gauche, où la pyramide en creux figure à l'état d'isolement.*

Rien n'a été changé à cinq des stéréogrammes additionnels, où se manifestent les effets de la substitution du simple point dans l'espace à la charpente complète de la pyramide. Mais dans le sixième (stéréogramme inférieur et médian), le point isolé correspondant au sommet de la pyramide à traits épaissis a été fortement épaissi lui-même. *Or il abandonne alors son congénère, suspendu en avant du plan de*

projection, pour s'enfoncer derrière ce plan à la même profondeur que les sommets des pyramides en creux à l'état d'édifices complets. Lui aussi profite de la contre-

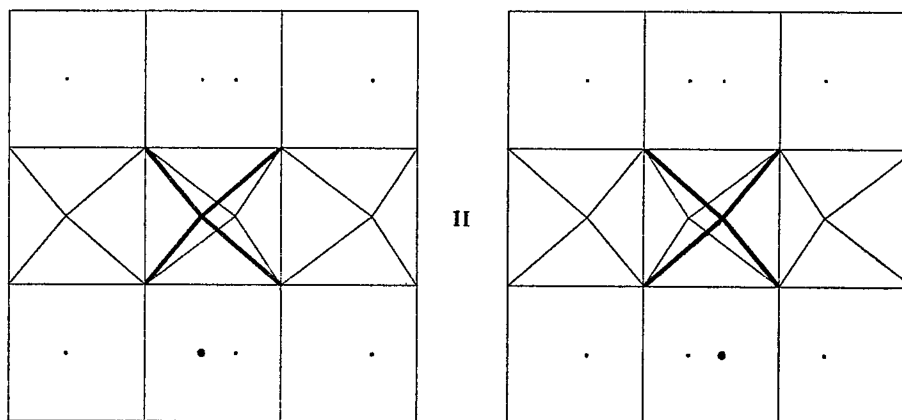


Fig. 2.

prépotence qui lui a été artificiellement conférée : nouvelle confirmation du rôle fondamental joué par lesdits sommets dans les manifestations stéréoscopiques.

Troisième démonstration. — C'est la première de celles qui sont consacrées au cas où la prépotence appartient à la pyramide en creux. Un simple coup d'œil jeté sur la

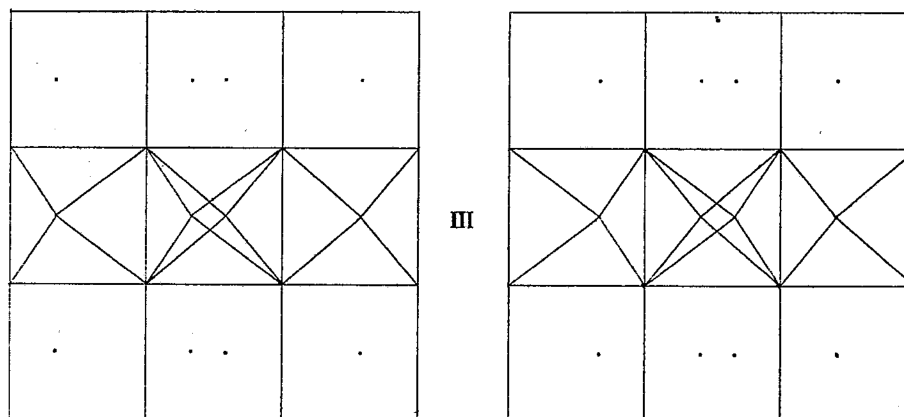


Fig. 3.

figure 3 montre que les neuf stéréogrammes particuliers de chacune de ses deux moitiés sont en parfaite symétrie avec ceux de la figure 1. Une plus forte accentuation seulement a été imprimée à la prépotence du système dominateur. Aussi l'inversion qu'elle fait subir au relief de la pyramide en saillie, là où les deux éléments stéréoscopiques sont conjugués en opposition, est-elle beaucoup plus prononcée que l'inversion provoquée par la prépotence du relief dans le cas de la figure 1.

Inutile de s'étendre sur les effets de relief et de profondeur produits par le point isolé qui représente les sommets de pyramides. Il suffit d'observer ces effets au stéréoscope, où ils se montrent du même ordre et au moins aussi intéressants que ceux qui ont été décrits dans les démonstrations consacrées au cas de prépotence de la pyramide en saillie.

Les mêmes conclusions s'imposent donc également dans les deux cas, relativement aux aptitudes stéréoscopiques de simples points dans l'espace, remplaçant des sommets de pyramides, ainsi qu'à la signification de ces aptitudes.

Quatrième démonstration. — Elle est à la troisième ce que la deuxième est à la première, c'est-à-dire exclusivement consacrée à l'étude de la contre-prépotence qui annihile

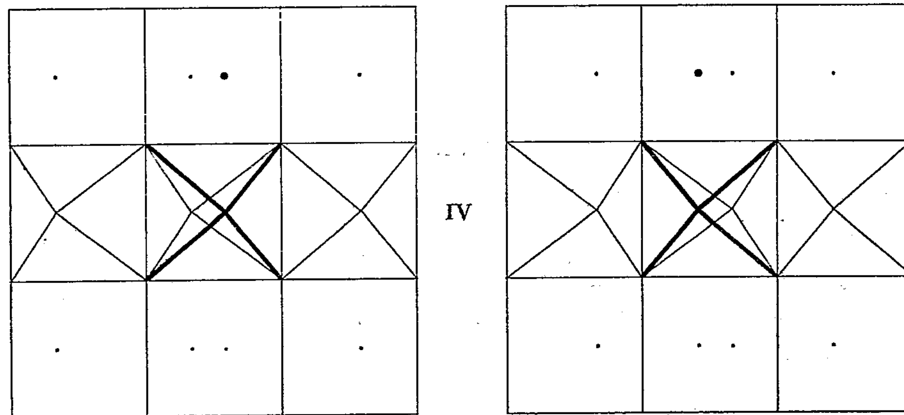


Fig. 4.

l'inversion imposée au système relief par la prépotence de l'autre système, dans le cas où ils sont combinés en opposition. Que l'on soumette à la lecture, au stéréoscope, les stéréogrammes de la figure 4, on y constatera avec la plus remarquable netteté, que dans ce dit cas, l'artifice de l'épaississement, appliqué au système relief, complet ou réduit au point simple, y détruit l'inversion avec la même sûreté que dans la figure 2.

Ainsi les faits parlent unanimement de la même manière dans les quatre démonstrations instituées pour l'étude stéréoscopique des points isolés dans l'espace. Il y a pourtant une objection à prévoir et à prévenir.

Cinquième démonstration. — Dans les quatre figures précédentes, les points simples dont on a exploité les caractères stéréoscopiques sont-ils, à proprement parler, des points « isolés » comme on les a qualifiés? Il ne faut pas oublier, en effet, qu'ils occupent, dans le plan de projection de chaque stéréogramme particulier, une place nettement déterminée, par rapport aux limites de ce plan, limites qui sont celles de la base même des pyramides dont les points en question représentent les sommets. Sont-ce là vraiment des conditions d'isolement suffisant? Il était heureusement facile de rendre tout à fait complet l'isolement de ces points-sommets, en supprimant tout encadrement des stéréogrammes où ils prennent place.

La figure 5 réalise cette suppression. L'encadrement n'y a été conservé que pour le groupe des trois stéréogrammes types, avec projection complète des deux pyramides, indépendantes ou assemblées en octaèdre. Ce sont les éléments de la figure 1, dans laquelle la prépotence appartient à la pyramide en relief, qui ont été choisis pour la composition de la nouvelle figure. Seulement ici, dans le stéréogramme médian, où les deux systèmes de pyramides ont été conjugués en opposition, la prépotence de la pyramide en relief a été renforcée par l'épaississement de ses lignes : *ce qui lui*

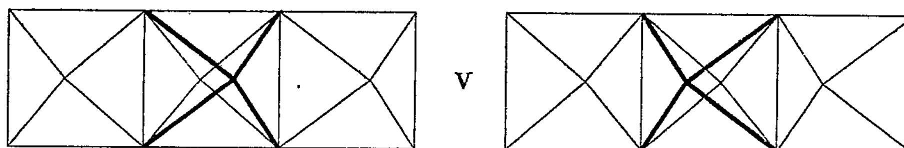


Fig. 5.

permet d'exercer son action inversive sur sa congénère sans subir elle-même aucun amoindrissement dans sa hauteur.

Des six autres stéréogrammes, il ne reste que les points piqués à la place des sommets de pyramides. Or, *dans cet isolement complet, ils manifestent leurs propriétés stéréoscopiques avec la plus vigoureuse énergie. Et là où ils sont couplés, le point dominateur provoque l'inversion de la position du point dominé, en l'entraînant avec lui dans la région de l'espace où il se trouve suspendu.*

Ces nouvelles précisions permettent de donner à l'ensemble des démonstrations qui viennent d'être exposées les conclusions suivantes :

1° *Les points sommets formant à eux seuls la charpente de stéréogrammes de pyramides sont en possession de la puissance de réaliser toutes les manifestations stéréoscopiques des stéréogrammes complets.*

Ainsi, ces points-sommets s'enfoncent en profondeur sous le plan de projection du stéréogramme ou s'élèvent au-dessus, suivant qu'ils appartiennent à des pyramides creuses ou à des pyramides saillantes.

De plus, quand ils sont conjugués en opposition, celui qui prédomine provoque l'inversion de celui qui est dominé.

Enfin la contre-prépotence communiquée à ce dernier, par un épaississement approprié, lui rend son aptitude stéréoscopique propre et annihile l'inversion.

2° *C'est donc bien dans ces points-sommets que réside la source essentielle*

des sensations de relief et de profondeur fournies par les projections de cages pyramidales, ainsi que la cause fondamentale des inversions que ces sensations peuvent subir quand elles sont directement opposées l'une à l'autre.

PHYSIQUE. — *Étude de la raie D en unités absolues, et application à la physique solaire.* Note de M. GOUY.

1. Dans un travail antérieur, j'ai étudié les propriétés des flammes chargées de vapeurs métalliques ([1]). Je me propose d'y ajouter quelques remarques, et la relation d'expériences restées inédites.

L'expérience montre ([2]) que les propriétés de ces flammes (émission, absorption, largeur des raies, etc.) ne dépendent *directement*, ni de la densité de la vapeur métallique, ni de l'épaisseur de la flamme, mais seulement du produit q de ces deux nombres, ou *quantité de vapeur* existant sur le rayon visuel. Cet énoncé, au premier abord, semble en contradiction avec ce fait, que l'arc électrique et les tubes de Geissler ne produisent les raies les plus fines et les interférences de l'ordre le plus élevé, que lorsque la densité de la vapeur est très petite. Mais, dans ce cas, la vapeur est pure, et, dans nos expériences, elle est au contraire diluée dans un très grand excès des gaz de la flamme, ce qui change entièrement la question.

En effet, si la vapeur métallique est pure, des rencontres ont lieu entre ses atomes, et leur fréquence est proportionnelle à la densité de la vapeur, qui intervient ainsi directement pour modifier l'émission de chaque atome, en rendant son rayonnement moins homogène, toute perturbation du mouvement produisant nécessairement l'élargissement des raies ([3]).

Considérons, au contraire, une flamme assez pauvre pour qu'il n'y ait, par exemple, que 1 atome de métal pour 10^6 molécules ou atomes des gaz de la flamme. Les rencontres entre 2 atomes de métal seront si exceptionnelles, qu'il n'y aura pas à en tenir compte. L'état individuel de l'atome métallique et ses propriétés optiques ne changeront donc pas, si le nombre de ces atomes devient 2, 3, 4 fois plus grand. C'est donc du nombre total

---

([1]) *Recherches photométriques sur les flammes colorées* (*Thèse*) (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, 1879). Ces flammes sont produites par un mélange de gaz d'éclairage et d'air, donnant sensiblement la température maximum.

([2]) *Loc. cit.*, p. 58.

([3]) *Sur le mouvement lumineux* (*Journal de Physique*, août 1886).

d'atomes que dépendront les propriétés de la flamme, par le jeu des émissions et des absorptions individuelles.

La loi à laquelle avait conduit l'expérience s'accorde donc bien avec les idées admises aujourd'hui sur le mécanisme de ces phénomènes.

2. Occupons-nous en particulier du sodium et de la raie D. Pour mesurer q en valeur absolue, on a volatilisé lentement quelques centigrammes de NaCl dans une salle, dont l'air chargé d'un brouillard bleuâtre, après un brassage suffisant, a servi à alimenter la flamme (¹). En volatilisant, par exemple, $0^g,034$ de sel dans une salle de 46^{m^3}, on obtient une flamme qui donne 1,57 pour K (rapport suivant lequel s'accroît l'éclat de la raie, quand l'épaisseur est doublée). De ce nombre et des données antérieures, on déduit que l'unité avec laquelle était exprimé q dans le Mémoire cité vaut $1,22.10^{-11}$ unité C. G. S., ce qui permet de résumer ainsi quelques propriétés de la raie D (²).

q.	i.	$1-\frac{k}{2}$.	$\frac{i}{2-k}$.
$1,22.10^{-11}$	0,042	0,05	0,42
$4,88.10^{-11}$	0,144	0,17	0,43
$1,95.10^{-10}$	0,37	0,27	0,68
$7,81.10^{-10}$	0,75	0,31	1,21
$3,12.10^{-9}$	1,44	0,29	2,48
$1,25.10^{-8}$	3,00	0,29	5,17
$5,00.10^{-8}$	7,26	0,31	11,7
$1,00.10^{-7}$	11,1	0,32	17,3

i est l'*éclat absolu* de la raie D, mesuré en prenant pour unité photométrique la quantité de lumière émise entre λ et $\lambda + 1$ (unité d'Angström), au voisinage de la raie, par une lampe Drummond réglée de manière à ne donner avec la flamme ni raie brillante ni raie obscure (³). Considérons la courbe qui représente, en fonction de λ, le pouvoir émissif ou absorbant p. L'éclat i est donc l'aire comprise entre cette courbe et l'axe des λ, pour la totalité de la raie. La troisième colonne donne les valeurs de l'ordonnée du centre de gravité de cette aire. La quatrième colonne donne la *largeur réduite* de la raie, c'est-à-dire la largeur qu'elle aurait, en unités d'Angström,

(¹) Expériences inédites, dont le détail sera publié dans un autre Recueil.

(²) Pour la raie du lithium, on a $1,3.10^{-10}$. On admet, pour Na et Li, que le métal est entièrement mis en liberté, ce qui, sans doute, n'est pas exact, mais on a toujours ainsi une limite supérieure.

(³) *Du pouvoir émissif des flammes colorées* (*Comptes rendus*, 5 mars 1879).

si le pouvoir émissif était le même sur toute son étendue, et que son centre de gravité occupât sa vraie place. Cette largeur réduite est constante pour les petites valeurs de q; elle augmente ensuite et finit par devenir bien plus grande que l'intervalle de D_1 et D_2, qui vaut 6 de nos unités.

Pour D_1 ou D_2 considérées à part, la largeur réduite est 0,023 pour de petites valeurs de q (¹). A partir de la troisième ligne du Tableau, cette largeur réduite est environ 0,42 et 0,58 respectivement de celle de la raie D.

3. Examinons maintenant la question suivante : lorsqu'à travers la flamme, nous projetons sur la fente l'image du cratère de l'arc électrique, les raies D_1 et D_2 se montrent comme des raies d'absorption. Imaginons que notre flamme ait une épaisseur de 1000^{km}, et que, derrière elle, soit placée, normalement au rayon visuel, une surface indéfinie, ayant le rayonnement du cratère de l'arc électrique. Quelle sera, en fonction de q, l'apparence des raies d'absorption D_1 et D_2, comparativement à celles du spectre solaire?

Il faut remarquer d'abord que cette question n'a de sens qu'autant qu'on fait l'hypothèse que les gaz de la flamme sont, par eux-mêmes, transparents à un degré extrême, ce qui paraît inexact, en raison de l'existence constante d'une lumière rougeâtre, à spectre continu, qui est produite par la flamme en l'absence de tout métal. Sous une épaisseur de 1000^{km} en effet, un coefficient d'absorption même très petit produirait une opacité presque totale. Mais, comme cette lumière des gaz de la flamme ne paraît être aucunement en relation avec les propriétés de la vapeur de sodium, nous pouvons accepter cette hypothèse.

Avec la flamme de 1000^{km}, pour les valeurs de q que nous envisageons, nous n'avons à considérer que des densités de vapeur de sodium extrêmement petites; par suite, la loi qui exprime que les propriétés des flammes ne dépendent que de q, sera encore mieux justifiée que pour nos flammes de quelques centimètres.

Si nous comparons les raies renversées D_1 et D_2, produites dans l'expérience réelle faite avec l'arc voltaïque, avec celles du spectre solaire, nous observons que, pour la première ligne du Tableau, nos raies d'absorption sont bien plus pâles que celles du Soleil. Pour la quatrième ligne du Tableau, elles sont nettement plus larges et plus diffuses que celles du Soleil, et cela ne fait qu'augmenter jusqu'à la fin, où la différence est énorme, D_1 et D_2

(¹) Pour de petites valeurs de q, l'éclat de D_2 est double de celui de D_1; plus loin, le rapport des deux éclats est voisin de 1,40 (*Annales, loc. cit.*).

étant confondues. On peut estimer que la ressemblance la plus satisfaisante correspond à $q = 2.10^{-10}$, évaluation dont il ne faut retenir que l'ordre de grandeur.

La flamme de 1000^{km} qui donnerait des raies analogues à celles du Soleil contiendrait donc, par centimètre cube, 2.10^{-18g} de sodium, soit 2 *milligrammes par kilomètre cube*.

L'épaisseur de 1000^{km} est de l'ordre de celle qu'on attribue, sur le Soleil, à la *couche renversante*, qui produit les raies de Fraunhofer et le spectre-éclair lors des éclipses. Ce qui précède nous montre que, *pourvu que cette couche n'ait pas des propriétés physiques qui la distinguent essentiellement de nos flammes* ([1]), elle ne contient de la vapeur de sodium qu'à une raréfaction surprenante, un milliard de fois supérieur à celle d'un bon vide de Crookes. La même remarque s'appliquerait sans doute à beaucoup d'autres métaux, car ceux-ci, en général, n'exigent qu'une minime valeur de q, pour donner des raies comparables en largeur à celles de Fraunhofer.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le cyclohexanol; étude cryoscopique, chaleur de dissolution, de fusion, de volatilisation.* Note de M. DE **FORCRAND**.

J'ai expliqué, dans une Note précédente ([2]), que le cyclohexanol parfaitement purifié avait pour point de fusion $+22°,45$, mais qu'il était très hygroscopique et que les moindres traces d'eau abaissaient notablement ce point de fusion.

En fait les cristaux exposés à l'air, même à une température de $+10°$, se liquéfient presque immédiatement; un simple transvasement suffit pour abaisser le point de fusion de quelques dixièmes de degré.

Pour préciser davantage, j'ai été conduit à faire l'étude cryoscopique du cyclohexanol pur, et à déterminer ensuite sa chaleur de dissolution, sa chaleur de fusion et sa chaleur de volatilisation.

I. *Étude cryoscopique.* — MM. Mascarelli et Pestalozza ([3]) avaient entrepris cette étude en 1907; mais ils déclarent que le cyclohexanol ne se prête

---

([1]) Cela aurait lieu si l'idée de M. Pringsheim était exacte (luminescence accompagnant la combustion dans nos flammes), mais tel ne semble pas être le cas (Féry, Bauer).

([2]) *Comptes rendus*, t. **154**, 20 mai 1912, p. 1327.

([3]) *Gazz. Chim. ital.*, t. XXXVIII, p, 38, et *Bull. Soc. chim.*, t, VI, 1909, p. 4.

pas à de pareilles déterminations, parce que, lorsqu'on le soumet à l'action du froid, il s'épaissit lentement. Il n'est pas douteux qu'ils ont opéré sur un alcool encore très hydraté.

Les mesures cryoscopiques sont au contraire possibles avec un produit tout à fait anhydre.

La seule difficulté vient de la sensibilité extrême du cyclohexanol aux moindres traces d'impuretés et, par suite, de la nécessité de peser des quantités très faibles des substances à dissoudre. En outre, un grand nombre de corps y sont insolubles.

J'ai employé successivement, comme substances dissoutes : l'eau, le benzène et le bibromure d'éthylène. J'opérais sur 20^g environ de cyclohexanol (préservé de l'action hydratante de l'air pendant l'opération). Un dispositif particulier permettait d'y apporter de très petites quantités de substances, telles que : une goutte d'eau, cinq gouttes de benzène, dix gouttes de bibromure d'éthylène, ce qui, déjà, abaissait le point de fusion de 2° à 4°. La principale cause d'erreur provient de l'évaporation de quelques traces de ces petites quantités de matière, surtout s'il s'agit d'un corps assez volatil (cas du benzène notamment), mais le maximum thermométrique se lit très bien.

J'ai trouvé ainsi, pour la valeur de l'abaissement moléculaire K :

avec H^2O, 382; avec C^6H^6, 369,1; avec $C^2H^4Br^2$, 383,6.

Le second nombre est certainement un peu trop faible, à cause de la volatilité du benzène. Je prendrai donc la moyenne des deux autres : K = 382,8.

C'est un nombre très élevé, qui explique suffisamment la divergence des renseignements donnés jusqu'ici quant au point de fusion. Ainsi un échantillon contenant seulement *un pour mille* d'eau (environ 1^g d'eau pour 1 litre) fond à + 20°,32, au lieu de + 22°,45, et les produits commerciaux qui fondent entre 15° et 16° ne contiennent pas plus de 3^g d'eau par litre. Évidemment l'analyse organique ne peut accuser d'aussi faibles traces.

II. *Chaleur de fusion.* — On peut d'abord la déduire de la valeur de K, au moyen de la formule bien connue de Van't Hoff. On trouve ainsi

s .... $4^{cal},477$ pour 1^g

ou

S .... $0^{Cal},448$

pour le poids moléculaire-gramme de $C^6H^{12}O$, qui est 100^g exactement.

C'est peut-être la plus faible chaleur de fusion moléculaire connue, au moins pour les corps composés.

III. *Chaleur de dissolution et chaleur de fusion.* — J'aurais désiré déterminer directement la chaleur de fusion par le procédé classique. Mais l'expérience m'a donné jusqu'ici des résultats irréguliers, ce qui tient sans doute à ce que la valeur cherchée est très faible et se déduit par différence de deux nombres assez élevés qui dépendent de la connaissances des chaleurs spécifiques. Mais la difficulté peut être tournée en dissolvant, exactement à la même température (j'ai choisi en fait celle de $+20^{\circ},33$), d'une part le cyclohexanol pur solide, de l'autre le même produit liquide [1]. La différence est alors celle de deux nombres qui ne sont pas très élevés, et elle est précisément la chaleur de fusion. J'ai eu ainsi, pour la chaleur de dissolution du cyclohexanol dans un grand excès d'eau :

	Pour 100g.
Produit solide, à $+20^{\circ},33$..........	$+1^{\text{Cal}},940$
Produit liquide, à $+20^{\circ},33$........	$+2^{\text{Cal}},352$

d'où, pour la chaleur de fusion de la molécule-gramme :

$$S = 0^{\text{Cal}},412$$

nombre qui concorde suffisamment avec la valeur ($0^{\text{Cal}},448$) déduite des expériences cryoscopiques.

On remarquera que la chaleur de dissolution du cyclohexanol liquide $+2^{\text{Cal}},352$ est très voisine de celle des alcools méthylique ($+2^{\text{Cal}},00$), éthylique ($+2^{\text{Cal}},54$), composés qui sont aussi très hygroscopiques à l'état anhydre.

IV. J'ai déterminé indirectement la chaleur de vaporisation à la température d'ébullition normale ($+160^{\circ},9$) en mesurant le point d'ébullition sous des pressions variables au voisinage de la pression atmosphérique. J'ai obtenu ainsi, dans deux séries d'expériences :

---

(1) Comme le cyclohexanol tout à fait anhydre ne peut être surfondu, j'ai employé, pour pouvoir le maintenir liquide à $+20^{\circ},33$, un échantillon contenant environ $\frac{1}{1000}$ d'eau. La correction qui résulterait de ces traces d'eau est en fait négligeable.

I. Pression en millimètres de mercure.	I. Température d'ébullition.	II. Pression en millimètres de mercure.	II. Température d'ébullition.
821,5	163°,6	823,5	163°,6
801,5	162,6	801,5	162,6
761,5	161	757,5	160,6
725,5	159,6	727,5	159,5
697,5	158,1	691,5	157,8
653,5	156,1	655,5	156
629,5	154,8	619,5	154,4
613,5	154	587,5	152,6
		555,5	150,8

Avec ces données j'ai construit une courbe (sensiblement une droite) sur laquelle il est facile de prendre deux points également distants de la pression 760^{mm}, par exemple :

800^{mm}.............................. 162° 53
720^{mm}.............................. 159°,15

lesquels fournissent, en appliquant la formule de Clapeyron :

$$L = 11^{Cal},657 \quad \text{pour } 100^{g} \text{ de cyclohexanol}$$

pour la pression moyenne 760^{mm} et la température 160°,9.

La valeur ainsi obtenue donne, pour le quotient Trouton :

$$\frac{L}{T} = \frac{11657}{433,9} = 26,87;$$

ce qui montre qu'il s'agit d'un liquide fortement associé. Ce nombre est voisin de ceux fournis par d'autres alcools : éthylique 26,39; propylique 26,09; tryméthylcarbinol 26,49, et même un peu supérieur.

Quant à la chaleur de sublimation L + S, elle donne le quotient suivant :

$$\frac{L+S}{T} = \frac{11657+448}{433,9} = 27,90,$$

nombre bien voisin de ceux que j'ai obtenus avec plusieurs composés organiques. Il est même curieux que cette relation se vérifie aussi bien, alors que la valeur de la chaleur de solidification est ici exceptionnellement faible.

J'étudierai prochainement le système eau-cyclohexanol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe des diphényléthanes : préparation des dicyclohexyléthanes.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **M. Murat.**

Dans une récente Communication (1), nous avons indiqué que l'hydrogénation directe du *diphényle* $C^6H^5.C^6H^5$, sur le nickel divisé, permet de le transformer régulièrement en *dicyclohexyle* $C^6H^{11}.C^6H^{11}$, bouillant à 233°(corr.). Dans les mêmes conditions, le *diphénylméthane* $C^6H^5.CH^2.C^6H^5$ est changé en *dicyclohexylméthane* $C^6H^{11}.CH^2.C^6H^{11}$, bouillant à 251° (2).

Il nous a paru intéressant de rechercher si la même hydrogénation simultanée des deux noyaux aromatiques pouvait être réalisée dans les hydrocarbures homologues supérieurs du diphénylméthane, les *diphényléthanes*.

Les deux isomères prévus par la théorie sont bien connus : ce sont le *diphényléthane symétrique*, ou αβ, souvent désigné sous le vocable de *dibenzyle*, et le *diphényléthane dissymétrique*, ou αα.

Diphényléthane symétrique. — Le diphényléthane αβ, ou dibenzyle $C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5$ peut être facilement obtenu par diverses voies. Pour le préparer, nous avons fait réagir l'aldéhyde benzoïque sur le chlorure de benzylmagnésium $C^6H^5.CH^2.Mg.Cl$. Le produit obtenu, décomposé par l'eau, fournit un mélange de dibenzyle, déjà produit par l'action du magnésium, et de l'alcool $C^6H^5.CHOH.CH^2.C^6H^5$. Les vapeurs de ce mélange, passant sur l'oxyde de thorium au-dessus de 300°, fournissent, par déshydratation de l'alcool, un mélange de dibenzyle et de stilbène



$$C^6H^5\,CH = CH.C^6H^5.$$

Les vapeurs de ce dernier mélange, hydrogénées vers 220°, sur un nickel peu actif incapable d'hydrogéner le benzène, se transforment intégralement en *dibenzyle* (fondant à 51°, bouillant à 284°), qui est ainsi obtenu avec un rendement excellent.

Les vapeurs de dibenzyle, entraînées par un excès d'hydrogène sur une colonne de nickel très actif, maintenu entre 160° et 170°, sont à peu près *totalement* transformées, dans ce passage unique, en dicyclohexyléthane. Le liquide obtenu est à peu près inattaqué à froid par le mélange sulfonitrique. Pour lui enlever les traces de carbure aromatique non transformé,

(1) Paul Sabatier et Murat, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1390.

(2) Eykman, *Chem. Weekbled*, t. I, 1903, p. 7.

nous l'avons agité avec de l'acide sulfurique concentré qui les dissout. Le produit lavé, séché et rectifié, fournit le *dicyclohexyléthane* αβ pur, $C^6H^{11}.CH^2.CH^2.C^6H^{11}$.

C'est un liquide incolore, d'odeur beaucoup plus faible que celle du dibenzyle, moins dispersif que les hydrocarbures aromatiques. Il bout à 270° et 271° (corr.).

Nous avons trouvé, comme densité à 18° : $d_{18} = 0,8838$. L'indice de réfraction à 18° est $n_D = 1,480$. On en déduit, comme pouvoir réfringent, $R_D = 62,34$ (calculé 62,34).

Ipatief, par l'application de son procédé d'hydrogénation sous hautes pressions, a indiqué qu'il avait pu transformer le dibenzyle en dicyclohexyléthane αβ, auquel il attribue le point d'ébullition 274° à 275° (¹); l'hydrogénation avait dû, sans doute, demeurer inachevée.

Diphényléthane dissymétrique. — Pour le préparer, nous avons fait réagir l'acétophénone $C^6H^5.CO.CH^3$ sur le bromure de phénylmagnésium $C^6H^5.MgBr$. L'action de l'eau sur la masse obtenue fournit, avec un bon rendement, le *diphényl-αα-éthanol* α, $(C^6H^5)^2COH.CH^3$, corps solide cristallisé, qui fond à 81°, et distille vers 285°-290° en se décomposant fortement. Le produit qui résulte de son dédoublement est le *diphényléthène dissymétrique*. Pour totaliser ce dédoublement, il suffit de diriger les vapeurs de l'alcool sur de la thorine chauffée au-dessus de 300°.

Le *diphényléthylène* αα $(C^6H^5)^2C = CH^2$ est un liquide incolore d'odeur pénétrante peu agréable qui bout sans décomposition appréciable à 277°-280° (corr.). Sa densité à 21° est 1,028. L'indice de réfraction est à la même température $n_D = 1,606$.

Ces valeurs sont très peu différentes de celles indiquées pour ce composé par Klages et Heilmann (²).

Les vapeurs de cet hydrocarbure, hydrogénées vers 230° sur un nickel peu actif incapable d'hydrogéner le benzène, sont transformées intégralement en diphényléthane αα, $(C^6H^5)^2CH.CH^3$, liquide incolore dispersif, qui bout à 270°-272° (corr.). Sa densité à 21° est 1,006. L'indice de réfraction à 21° est $n_D = 1,573$. On en déduit comme pouvoir réfringent $R_D = 59,8$ (calculé 59,9). Klages et Heilmann, qui avaient obtenu ce composé, avaient indiqué des valeurs très voisines.

(¹) Ipatief, *Ber. chem. Ges.*, t. XL, 1907, p. 1281.

(²) Klages et Heilmann, *Ber. chem. Ges.*, t. XXXVII, 1904, p. 1450.

Le diphényléthane αα est beaucoup plus difficile à hydrogéner que le dibenzyle. L'hydrogénation étant réalisée avec un excès d'hydrogène au moyen de nickel très actif, maintenu vers 170°, un premier passage a fourni un liquide d'odeur citrine agréable, bouillant à 264°-266° (corr.), de densité $d_{17} = 0,9773$: son indice de réfraction est à la même température $n_D = 1,549$. On en déduit comme pouvoir réfringent $R_D = 61,1$: c'est exactement le pouvoir réfringent calculé pour le *phénylcyclohexyléthane* $\genfrac{}{}{0pt}{}{C^6H^5}{C^6H^{11}}\!>CH.CH^3$.

La première étape d'hydrogénation n'a donc procuré que sensiblement la moitié de la fixation prévue. Le liquide obtenu est ou bien du phénylcyclohexyléthane à peu près pur, ou bien un mélange de molécules égales de dicyclohexyléthane et de diphényléthane non transformé. Il est violemment attaqué par le mélange sulfonitrique qui le dissout à peu près complètement : on peut en conclure qu'il est formé surtout de phénylcyclohexyléthane.

L'hydrocarbure issu de la première étape, étant soumis à une nouvelle hydrogénation dans des conditions identiques, fournit un liquide un peu plus volatil et plus léger, mais encore attaqué fortement par le mélange sulfonitrique.

Ce n'est qu'après deux autres hydrogénations sur le nickel que nous avons pu atteindre un hydrocarbure, d'odeur faible non citrine, qui n'est plus sensiblement attaqué à froid par le mélange sulfonitrique. C'est le *dicyclohexyléthane* αα $\genfrac{}{}{0pt}{}{C^6H^{11}}{C^6H^{11}}\!>CH.CH^3$.

C'est un liquide bouillant à 226°-257° (corr.). Sa densité à 20° est $d_{20} = 0,9271$. L'indice de réfraction est à la même température $n_D = 1,511$. On en déduit pour le pouvoir réfringent moléculaire $R_D = 62,5$ (calculé 62,3). Cet hydrocarbure n'avait jamais été isolé.

Il peut être intéressant d'observer que l'introduction de 12 H dans la molécule a procuré un même abaissement de 14° aux points d'ébullition des deux diphényléthanes.

Dans une prochaine Note, nous aurons l'honneur d'indiquer les résultats analogues, obtenus dans l'hydrogénation des diphénylpropanes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la résorption de glycose dans les tubuli du rein.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

L'un de nous a montré autrefois [1] que si, au moyen de canules introduites dans les uretères, on exerce pendant 1 heure ou 2 à l'intérieur des calices, d'un côté un excès de pression de 80^{cm} environ avec de l'eau salée physiologique, ou mieux, si l'on soumet les deux côtés à la même pression et que, d'un côté, on ajoute à la solution salée 4 pour 1000 environ d'un sel de quinine (ou moins de 1 pour 4000 de sublimé, ou un peu de chloroforme, etc.), et que si, quelques heures après la cessation de la pression (pendant laquelle plusieurs centimètres cubes ont pénétré dans l'un et l'autre rein), on laisse couler simultanément l'urine des deux côtés, celle du côté intoxiqué se distingue par les caractères suivants :

Volume : presque toujours très augmenté ;

Urée : quantité centésimale très diminuée, quantité absolue plus ou moins diminuée ;

Chlorures : quantité centésimale toujours augmentée; quantité absolue très augmentée ;

Phosphates : quantité centésimale diminuée.

La présente Note a pour objet de déterminer la proportion de glycose excrété par le rein intoxiqué et le rein simplement comprimé, consécutivement à l'injection intraveineuse de quelques grammes de cette substance.

De toutes nos expériences il se dégage les deux faits :

Que le rein intoxiqué excrète, par *rapport à l'urée*, une proportion de sucre plus élevée ;

Que, par rapport au sucre du côté simplement comprimé, celui du côté intoxiqué se présente :

1° Tantôt en quantités centésimale et absolue diminuées ;

2° Tantôt en quantités centésimale diminuée, mais absolue augmentée (à cause du volume plus considérable de l'urine);

3° Tantôt en quantités non seulement absolue mais centésimale augmentées.

---

[1] Lépine et Aubert, *Société de Biologie*, 1886, p. 13. — Lépine et Porteret, *Comptes rendus*, 1888, 9 juillet. — Lépine, *Congrès de Méd. de Montpellier*, 1898, p. 12, avril, et *Semaine méd.*, 1898, p. 165.

Voici trois expériences, à titre d'exemple de chacun des trois cas précédents :

EXPÉRIENCE I. — Chien 2891 ; 19kg. Pression bilatérale de 90cm; entrée dans le rein de 0g,08 de sulfate de quinine.

Quelques heures après on recueille en 3 heures :

	Urine du côté gauche.	Urine du côté droit.		Valeurs du côté droit en supposant que celles du côté gauche = 100.
Volume	44cm³	52cm³		118
Δ	—1°,5	—0,75		50
Urée	24g,10	7g,7	pour 1000cm³ d'urine.	32
Chlorures	0,75	3,45	pour 1000cm³ d'urine.	460
Sucre	20 (¹)	10,8 (¹)	pour 1000cm³ d'urine.	54
Sucre pour la quantité.	0,88	0,56		66

EXPÉRIENCE II. — Chien 2865 ; 28kg. Pression bilatérale de plus d'un mètre. Entrée dans le rein droit de 40cm³ d'eau salée, alcoolisée, renfermant 0g,28 de sulfate de quinine. (On voit que les conditions de cette expérience ont été excessives, soit comme pression, soit comme quantité de toxique.)

Quelques heures après, on recueille en 1 heure 15 minutes :

	Urine du côté gauche.	Urine du côté droit.		Valeurs du côté droit en supposant que celles du côté gauche = 100.
Volume	44cm³	106cm³		240
Urée	38g,4	2g,8	pour 1000cm³ d'urine.	7
Chlorures	5,48	7,14	pour 1000cm³ d'urine.	130
Sucre	6 (²)	3 (²)	pour 1000cm³ d'urine.	50
Sucre pour la quantité.	0,26	0,318		123

EXPÉRIENCE III. — Chien 2890 ; 24kg. Pression bilatérale de 85cm. Entrée de 0g,04 bromhydrate de quinine.

Quelques heures après on recueille en 2 heures :

(¹) Tandis que 20 est à 24,1 comme 83 est à 100, on voit que 10,8 est à 7,7 comme 140 est à 100. Ainsi, comme il a été dit plus haut, le rein intoxiqué, *par rapport à l'urée*, excrète plus de sucre.

(²) Tandis que 6 est à 38,4 comme 15,6 est à 100, on voit que 3 est à 2,8 comme 106 est à 100. Par rapport à l'urée le rein intoxiqué excrète plus de sucre.

	Urine du côté gauche.	Urine du côté droit.		Valeurs du côté droit en supposant que celles du côté gauche = 100.
Volume	13$^{cm^3}$	34$^{cm^3}$		261
Urée	25^g,6	19^g,2	pour 1000$^{cm^3}$ d'urine.	75
Chlorures	0,82	3,15	pour 1000$^{cm^3}$ d'urine.	393
Sucre	12,1 (¹)	14,2 (¹)	pour 1000$^{cm^3}$ d'urine.	116
Sucre pour la quantité.	0,1586	0,4828		304

Il n'est pas difficile de comprendre que, du côté intoxiqué, la quantité de sucre soit moindre; on voit dans l'expérience II que, dans le cas d'intoxication (du rein) très forte, l'urée est tombée à 2^g,8. Il n'est pas étonnant que, dans ce cas, la proportion centésimale du sucre ne soit que la moitié de celle du côté simplement comprimé. Mais on sera peut-être surpris du troisième cas. Pour l'expliquer, il faut se représenter le sucre *excrété* comme le résultat de deux processus antagonistes, dont l'un est la sécrétion [2] et l'autre la résorption *partielle* du sucre sécrété. Ceci admis, on remarquera que, dans l'expérience III, l'intoxication du rein était faible [3]. La *sécrétion* du sucre a donc pu être, du côté intoxiqué, presque égale à celle du côté comprimé; la quantité du sucre *excrété* a donc pu être plus forte du côté intoxiqué si l'on suppose que, de ce côté, la résorption a été moindre, ce qui est parfaitement admissible, les cellules résorbantes étant sans doute plus rapprochées des calices que les cellules sécrétantes. C'est ce que nous cherchons d'ailleurs actuellement à préciser, avec la collaboration du Dr Policard.

En résumé, nos expériences de la troisième série paraissent démontrer que, du côté intoxiqué, la résorption du sucre a été moindre. Elles témoignent donc indirectement en faveur de la résorption partielle à l'état normal du sucre dans les tubuli, laquelle est présentement niée par la plupart des physiologistes. En terminant, nous ferons remarquer que cette résorption partielle explique le fait sur lequel nous avons insisté plus haut, à savoir que, du côté intoxiqué, le sucre est en proportion plus forte,

---

(¹) Tandis que 12,1 est à 25,6 comme 47,6 est à 100, on voit que 14,2 est à 19,2 comme 74 est à 100. Par rapport à l'urée le rein intoxiqué excrète plus de sucre.

(²) Pour être complet, il faudrait ajouter la transsudation.

(³) Dans ce cas, il n'est entré dans le rein que 0^g,04 de sel quinique, tandis qu'il en est entré 0^g,28 dans l'expérience II.

relativement à l'urée, substance récrémentitielle qui, même partiellement, n'est pas résorbée.

Nos expériences ont été faites dans le laboratoire de M. le professeur Roque.

NOMINATIONS.

M. Y. **Delage** est désigné pour représenter l'Académie au premier *Congrès international d'Eugénique*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *Ferdinand Zirkel*, Correspondant pour la Section de Minéralogie, Professeur à l'Université de Bonn, décédé à l'âge de 74 ans.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats à la Chaire vacante, au Collège de France, par la démission de M. *C. Jordan*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du Décret qui autorise l'Académie à accepter le legs fait à son profit par Mme *Lebouteux*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. L. **Houllevigue** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

MM. **Albert Baldit**, A. **Gruvel**, **Raymond Hamet**, **Paul Pascal** et **Jules Welsch** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte* en 1912.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Battista Grassi et Anna Foà. *Contributo alla conoscenza delle Fillosserine.* (Publication du Ministère italien de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *L'orbite du huitième satellite de Jupiter.* Note de M. **J. Trousset**, présentée par M. Poincaré.

MM. Cowell, Crommelin, Davidson ont calculé de 16 en 16 jours les positions du huitième satellite de Jupiter depuis le début de 1908, époque de sa découverte, jusqu'en 1916. Je me suis proposé de calculer analytiquement les principales inégalités du mouvement de ce satellite par la méthode si commode que M. Andoyer a donnée pour la Lune ([1]).

Cette méthode permet d'obtenir les développements de la longitude, du logarithme du rayon vecteur et des coordonnées rectangulaires du satellite suivant les puissances de son excentricité et de son inclinaison, de l'excentricité de la planète, de la parallaxe et les sinus et cosinus d'angles qui dépendent des anomalies moyennes du satellite et du Soleil par rapport à la planète et de certains coefficients. Chaque coefficient est une série de puissances de m, rapport du moyen mouvement du Soleil et du satellite.

Dans le cas du huitième satellite de Jupiter, toute la difficulté du calcul tient aux valeurs numériques considérables de m, de l'excentricité et de l'inclinaison. En premier lieu les séries en m telles que les ont données Delaunay, puis MM. Andoyer et Caubet, m'ont paru insuffisantes; aussi ai-je repris tous les calculs en donnant tout de suite à m une valeur numérique aussi exacte que possible, $-0,172$, et j'ai calculé aussi les dérivées par rapport à m des principaux coefficients; malgré quelques difficultés pratiques, tous ces calculs s'effectuent très bien; le fait du mouvement rétrograde ne gêne en rien; la convergence des approximations successives est manifeste; jamais les termes contenant huit fois l'anomalie du Soleil ne sont sensibles.

J'ai poussé les calculs avec une approximation correspondant à une fraction de seconde d'arc pour la position géocentrique, jusqu'aux termes du

([1]) *Bull. astr.*, mai 1901, novembre 1902, novembre 1907.

quatrième degré par rapport à ε, γ, $\sqrt{\varepsilon'}$, $\sqrt{\alpha}$, ε et γ étant analogues à l'excentricité et à l'inclinaison du satellite, ε' étant l'excentricité de l'orbite de Jupiter, α la parallaxe. J'ai en outre calculé ceux des termesdu cinquième degré en ε et γ qui sont indépendants de l'anomalie solaire.

Voici, à titre d'exemple, les valeurs de μ (défini au Mémoire de M. Andoyer du *Bulletin astronomique*, novembre 1907) pour les termes du quatrième degré qui dépendent de l'excentricité seule, puis pour un terme particulièrement difficile qui dépend de l'excentricité et de l'inclinaison et enfin pour un terme du cinquième degré que j'ai, exceptionnellement, calculé en entier.

	ε_1^4.	$\varepsilon_1^3\varepsilon_2$.	$\varepsilon_1^2\varepsilon_2^2$.	$\gamma_1^2\varepsilon_2^2$.	ε_1^5.
0............	−6,455	+4,178	+1,213	−3,825	+14,78
2............	−0,676	+5,622	−0,739	−2,530	+ 1,90
−2............	−2,774	+0,141	−0,739	−1,429	+ 7,87
4............	−0,039	+0,550	−1,633	−0,136	+ 0,13
−4............	+0,006	−0,264	−1,633	−0,036	+ 0,32
6............	−0,003	+0,031	−0,159	−0,005	+ 0,01
−6............	+0,049	+0,182	−0,159	0,000	− 0,02
8............	0,000	+0,001	−0,009	0,000	0,00
−8............	−0,007	+0,018	−0,009	0,000	+ 0,03

Les indices 0, 2, −2, ... sont l'exposant de la puissance de $\sigma = e^{i(N-N')}$ qui multiplie le terme correspondant. Les plus importantes de ces perturbations sont de l'ordre de $\frac{1}{50}$ du rayon vecteur.

L'allure des différents termes et la comparaison aux observations indiquent qu'il y aurait lieu de pousser le calcul plus loin encore pour obtenir une précision comparable à celle des observations; mais alors le travail devient inabordable. Il est toutefois permis d'espérer que les formules que j'ai calculées représentent la plus grosse part des inégalités solaires du satellite, il sera facile dans quelques années, quand on l'aura observé dans toutes les régions de son orbite, de compléter expérimentalement le Tableau de ses inégalités.

Un résultat remarquable est le très faible mouvement du périjove qui effectue une révolution autour de l'orbite en 300 révolutions du satellite. Le nœud, au contraire, a un mouvement rapide; sa révolution s'effectue en 40 révolutions du satellite.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Expérience reproduisant les spires des nébuleuses spirales.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. H. Poincaré.

Les spires des nébuleuses spirales sont souvent supposées des courbes synchrones que la matière émise par le noyau occupe à un moment donné, comme l'eau dans les jets d'un tourniquet hydraulique. Dans cette hypothèse, le rayon vecteur des spires *diminue* quand on tourne dans le sens de la rotation centrale. Mais on peut aussi imaginer que ce rayon vecteur *augmente* et que les spires soient alors les trajectoires des masses. Cette seconde hypothèse peut être illustrée par l'expérience suivante, qui met en jeu des forces pouvant avoir leurs correspondantes dans la Nature :

A la surface d'un bassin A plein d'eau, faisons tourner un cylindre BC de rayon a, correspondant au noyau des nébuleuses spirales. L'eau entourant ce noyau prendra une vitesse angulaire ω, variable avec la distance au centre R, suivant une loi telle que

$$(1) \qquad \omega(R-a)^n = \text{const.} \qquad (n \lesseqgtr 2;\quad R \gtreqless a+b).$$

Au point B supposé fixe dans l'espace, plaçons successivement des disques en liège D, de rayon b. Ils adhéreront au noyau BC par l'attraction capillaire remplaçant ici l'attraction newtonienne. Animons le liquide A d'une vitesse relative de translation V perpendiculaire au diamètre BC ; les trajectoires des disques D seront de trois sortes, dépendant de la vitesse de rotation ω_1 du noyau :

1° ω_1 *très grand* — Les disques D projetés par la force centrifuge décrivent à la surface de l'eau une *spirale* S_1, en raison de la vitesse ω décroissante d'après (1) les filets liquides qu'ils rencontrent.

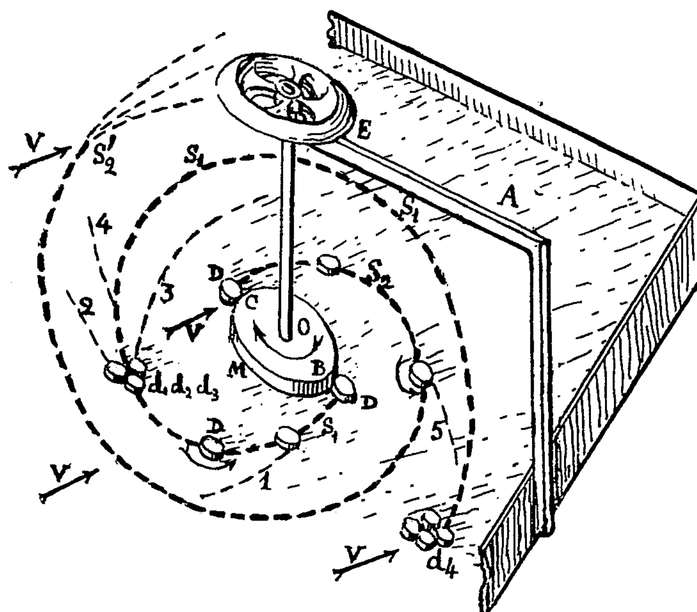
2° ω_1 *diminue.* — En B, la vitesse tangentielle $\omega(a+b)-V$ des disques D ne peut vaincre l'attraction centrale. La vitesse V appuiera les disques sur le noyau jusqu'en C; mais en ce point la vitesse $\omega(a+b)+V$ peut dépasser celle qui équilibre l'attraction centrale. Les disques quittant le noyau en C décriront alors une *spirale* S_2 diamétralement opposée à la spirale S_1.

2° ω_1 *très faible.* — Les disques D, malgré la vitesse V, restent indéfiniment au contact du noyau.

Dans les trois cas, ils empruntent au noyau une rotation de sens inverse à la sienne.

Cas des nébuleuses spirales. — Par assimilation avec le mécanisme précé-

dent, imaginons qu'un astre en rotation ou un tourbillon gazeux BC pénètre dans une nébuleuse A ayant une vitesse relative V de translation, dont la direction, changeant par la résistance du milieu, sera à un moment donné dans le plan équatorial du noyau. En B, où la vitesse tangentielle du noyau est opposée à V, les chocs moléculaires seront maxima, ce qui déterminera la formation de tourbillons D, composés en partie de la matière du noyau, en partie de celle de la nébuleuse. Les chocs rendent maxima au point B les forces répulsives autres que la force centrifuge, c'est-à-dire la force



Formation des spires dans les nébuleuses spirales.

thermique d'explosion analogue à celle qui agit dans les protubérances solaires, la pression de radiation et sans doute aussi les forces électriques. Les tourbillons D quitteront donc le noyau toujours au point B et à intervalles périodiques, lorsqu'ils auront acquis, avec une certaine masse, un diamètre qui éloigne leur centre du centre O d'attraction. Dans le cas où le noyau est un tourbillon gazeux, j'ai trouvé dans mon *Essai de Cosmogonie tourbillonnaire* l'équation de la spire S_1 :

$$R - a = b e^{B\Omega}.$$

Suivons la spire S_1 : les masses D pourront, soit s'agglomérer en amas

stellaires d_1, d_2, d_3, par suite de vitesses différentielles dans la spire, soit à cause de leur rotation sur leur axe émettre à leur tour des spires secondaires 1, 2, 3, 4, 5. Quand la spire S_1 traversera une seconde fois la ligne OB perpendiculaire à la vitesse V, celle-ci, opposée à la vitesse de translation dans la spire, refoulera son extrémité d_4. Ainsi s'expliquent simplement les nébuleuses doubles d'Herschell terminant souvent une des spires.

Lorsque l'énergie de rotation du noyau aura diminué, les tourbillons D ne le quitteront qu'en C, en raison de la vitesse orbitale supplémentaire V. Les masses de la spire S_2 ainsi décrite, lorsqu'elles traversent le prolongement de la ligne OC, pourront, au lieu d'être refoulées comme sur la spire S_1, être dispersées en S'_2 par la vitesse V. Cette vitesse peut expliquer aussi l'inégale distance des deux spires au centre du noyau. Mais la spire S_2, dans le cas 3°, peut aussi ne pas se former et alors la nébuleuse spirale n'aura qu'une spire.

Tous ces effets, suggérés par l'expérience décrite plus haut et prévus par notre théorie, sont visibles sur la nébuleuse des Chiens de chasse, dont on reconnaîtra le schéma sur la figure. Il semble que la théorie, où les spires sont considérées comme des courbes synchrones et non comme des trajectoires, ne peut rendre compte aussi facilement de toutes les particularités des nébuleuses spirales.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles définissant des surfaces susceptibles de passer par un contour fermé.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. Émile Picard.

Soit une famille (S) de surfaces S passant toutes par un même contour Σ arbitrairement donné, à la façon de cloisons sans singularités susceptibles de mettre en défaut la formule de Stokes. Il est entendu, de plus, que ces surfaces remplissent un volume lenticulaire V sans qu'une quelconque puisse avoir de point commun avec une autre. En d'autres termes, par un point quelconque M de V, il ne peut passer qu'une surface S d'équation $f(x, y, z; \alpha) = 0$.

Tout ceci permet de concevoir en M non seulement les coordonnées x, y, z, mais les coefficients directeurs f_1, f_2, f_3 de la normale à la surface S qui passe par M et, plus généralement, les dérivées partielles d'ordre quelconque de f.

Pour exprimer que toute surface S passe par Σ j'écris que l'intégrale bien

connue

$$\iint_S (\alpha F + \beta G + \gamma H)\, d\sigma \tag{1}$$

ne dépend que de Σ, et cela au moyen de l'égalité

$$\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial z} = 0, \tag{2}$$

que l'on ne saurait établir sans passer d'une surface S à une autre par des variations δ prises par rapport à α et devant s'annuler sur Σ, ce qui n'aurait aucun sens si toutes les surfaces S ne passaient pas par Σ.

Alors F, G, H peuvent être considérés, le long d'une surface S, comme des fonctions non seulement de x, y, z mais aussi des dérivées partielles de f, dérivées exprimables en x, y, z.

Et l'équation (2) devient

$$\sum\left(F_x + \sum F_{f_i}\frac{\partial f_i}{\partial r} + \sum F_{f_{ik}}\frac{\partial f_{ik}}{\partial x} + \ldots\right) = 0, \tag{3}$$

le sigma mis en avant du crochet indiquant qu'on doit écrire deux crochets analogues déduits du premier en remplaçant F et x par G et y, puis par H et z.

Il a là une équation aux dérivées partielles dont il n'y a pas lieu, on le voit, de déterminer l'ordre et qui doit appartenir aux surfaces S. Sous cette forme (3) elle possède son maximum de symétrie, ce qui rend particulièrement élégant le cas où les surfaces S sont définies par une équation implicite. Je compte me servir de (3) dans le travail beaucoup plus étendu qui développera cette Note, mais ici, pour abréger, je passe tout de suite au cas où l'équation $f = 0$ est remplacée par $\varphi(x, y; \alpha) - z = 0$.

Alors (3) est remplacée par l'équation suivante, que l'on aurait pu déduire immédiatement de (2),

$$\left\{\begin{array}{l} F_x + F_p r + F_q s + F_r r_x + F_s s_x + F_t t_x + \ldots, \\ G_y + G_p s + G_q t + G_r r_y + G_s s_y + G_t t_y + \ldots + H_z = 0. \end{array}\right. \tag{4}$$

F, G, H sont des fonctions de x, y, z et des dérivées partielles de z, soient p, q, r, s, t, ..., exprimables sans ambiguïté en fonction de x, y, α.

La première propriété remarquable des surfaces S est évidemment que l'intégrale (1) peut s'y exprimer par une intégrale de ligne attachée au contour Σ; il en sera de même pour une aire limitée par un contour quelconque. Comme type de premiers résultats de ce genre, il importe de citer

ceux qui sont contenus dans une Note de M. Volterra augmentée d'une lettre de M. Picard (*Atti della R. Accademia di Torino*, juin 1897). Quant à la surface S assujettie à des conditions géométriques ou analytiques telles que la famille (S) se réduise à cette unique surface, on peut évidemment la comprendre dans les considérations précédentes, car on peut imaginer une infinité de manières de la généraliser de façon à obtenir une famille (S) dans laquelle elle serait comprise.

Tout cela peut déjà donner matière à d'amples développements.

Élémentairement on peut d'abord envisager les surfaces qu'une définition géométrique rend manifestement uniques quand on les astreint à passer par un contour, telles, par exemple, les surfaces réglées à plan directeur ou à directrice rectiligne. On vérifie facilement que leur équation aux dérivées partielles est du type (4) et la formule de Stokes prend, sur de telles surfaces, des aspects particulièrement simples.

Dans un ordre d'idées plus élevé, on doit évidemment retrouver dans (4) l'équation de Lagrange qui définit les surfaces S pour lesquelles l'intégrale

$$J = \int\int_S f(x, y, z, p, q)\, dx\, dy$$

est maximum ou minimum. En effet cette équation de Lagrange n'est autre chose que (4) pour

$$F = f_p, \qquad G = f_q, \qquad H = pf_p + qf_q - f,$$

et l'intégrale double (1) est alors J. On retrouve ainsi très simplement des considérations connues (O. Bolza, *Vorlesungen über Variationsrechnung*, p. 653 à 686).

Plus généralement encore, toute équation de Monge, Ampère, linéaire en r, s, t,

$$(5) \qquad Ar + Bs + Ct + D = 0,$$

où A, B, C, D sont des fonctions quelconques de x, y, z, p, q, peut prendre la forme (4). En effet, en commençant à multiplier l'équation par φ, on l'identifie avec (4) si

$$\frac{\partial^2(A\varphi)}{\partial q^2} + \frac{\partial^2(C\varphi)}{\partial p^2} = \frac{\partial^2(B\varphi)}{\partial p\, \partial q}.$$

Enfin examinons si l'équation du troisième ordre

$$(6) \qquad A\frac{\partial^3 z}{\partial x^3} + B\frac{\partial^3 z}{\partial x^2\, \partial y} + C\frac{\partial^3 z}{\partial x\, \partial y^2} + D\frac{\partial^3 z}{\partial y^3} + E = 0,$$

où A, B, C, D, E sont des fonctions de x, y, z, p, q, r, s, t, est identifiable avec (4). Il semble qu'il n'en soit rien, *en général*, car il faut pouvoir trouver un multiplicateur φ satisfaisant aux deux équations

$$\frac{\partial^2(\varphi A)}{\partial s\,\partial t}+\frac{\partial^2(\varphi D)}{\partial r^2}=\frac{\partial^2(\varphi B)}{\partial r\,\partial t},\qquad \frac{\partial^2(\varphi A)}{\partial t^2}+\frac{\partial^2(\varphi D)}{\partial s\,\partial r}=\frac{\partial^2(\varphi C)}{\partial r\,\partial t}.$$

Il y a toutefois des cas où l'existence de cette fonction φ est manifeste et ces cas sont justement les plus simples. Tels sont ceux où A, B, C, D ne contiennent r, s, t qu'au degré *zéro* ou *un*.

M. E. Picard, qui a si profondément étudié les surfaces intégrales de (5) et qui a nettement séparé des autres cas le cas de la surface intégrale S unique, a donné également quelques résultats analogues pour des équations d'ordre supérieur. Dans une Note *Sur une classe étendue d'équations linéaires aux dérivées partielles dont toutes les intégrales sont analytiques* (*Comptes rendus*, juillet 1895), l'éminent géomètre considère une certaine équation d'ordre n et montre qu'elle possède des intégrales susceptibles de passer par un contour Σ et même d'être analytiques et uniques quand on les astreint à de certaines autres conditions. Or, dans l'équation ainsi construite, les coefficients des dérivées d'ordre n ne contiennent que x et y; dans un tel cas l'équation (6) serait sûrement réductible à la forme (4).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations aux dérivées partielles du type parabolique.* Note de M. **Maurice Gevrey**, présentée par M. Émile Picard.

Envisageons l'équation

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}+a\frac{\partial z}{\partial x}+b\frac{\partial z}{\partial y}+cz+f=0,$$

dans une région du plan où le coefficient b s'annule le long d'une ligne L [1].

I. Si L n'est pas une caractéristique, on peut ramener l'équation à la forme

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}-x^p\frac{\partial z}{\partial y}=a\frac{\partial z}{\partial x}+cz+f;$$

[1] Dans le cas où b garde un signe constant, voir ma Note des *Comptes rendus* (20 février 1911). Voir aussi un Article de M. H. Block, dans les *Arkiv för Matematik*, 1910.

d'où l'étude préalable de l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - x^p \frac{\partial z}{\partial y} = 0,$$

p étant un entier positif. Cette équation admet comme solution fondamentale, valable dans tout le plan,

$$\mathrm{U}(x, y; \xi, \eta) = e^{-\frac{x^q + \xi^q}{q^2(y-\eta)}} \left[\mathrm{A} \frac{x\xi}{(y-\eta)^{1+\frac{1}{q}}} \mathrm{I}_{\frac{1}{q}}(\theta) + \mathrm{B} \frac{q^{\frac{4}{q}}}{(y-\eta)^{1-\frac{1}{q}}} \mathrm{I}_{-\frac{1}{q}}(\theta) \right],$$

en posant

$$q = p + 2, \qquad \theta = \frac{(x\xi)^q}{q^4(y-\eta)^2}, \qquad \mathrm{I}_n(\theta) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\theta^k}{k!\,\Gamma(n+k+1)},$$

A et B étant des constantes arbitraires (¹).

a. Si p est pair, les problèmes aux limites, étudiés dans le cas de l'équation de la chaleur et de l'équation (1), se résolvent également pour les équations (2) et (3), et par des méthodes analogues. Si le contour portant les données traverse l'axe des y, on prendra $\mathrm{A} = \mathrm{B}$; sinon, on prendra $\mathrm{A} = 0$. (Le contour peut d'ailleurs comprendre une ou plusieurs portions de l'axe des y.) La recherche de la solution (3) se ramène à la résolution d'équations de Volterra de deuxième espèce. On traite ensuite l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - x^p \frac{\partial z}{\partial y} = f(x, y),$$

en remarquant que

$$u(x, y) = \int\int_{S_y} \mathrm{U}(x, y; \xi, \eta) f(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta$$

est solution de cette équation, sous des conditions analogues à celles qui ont été trouvées pour l'équation $\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = f$ (voir ma Note citée à laquelle je renvoie pour les notations).

Puis on passe au cas de l'équation (2) : on trouve ainsi des équations intégrales analogues aux équations (5) et (6) de la Note en question. Enfin

---

(¹) I_n n'est autre qu'une fonction de Bessel. L'équation (3) peut d'ailleurs se ramener, par un changement de variable, à une équation étudiée, dans un cas particulier, par M. Kepinski (*Mathematische Annalen*, t. LXI). *Cf.* aussi Wera Myller-Lebedef, même Recueil, t. LXVI.

on peut également traiter ainsi le cas où le second membre de (2) n'est pas linéaire en z et $\frac{\partial z}{\partial x}$.

b. Si p est impair, la solution de (3) est déterminée, au-dessus du contour qui porte les données, dans la région qui est à droite de Oy, et au-dessous, dans la région qui est à gauche. Pour avoir une solution régulière dans un domaine traversé par l'axe des y, il faut examiner si deux solutions, déterminées dans deux régions admettant une portion de l'axe des y comme frontière commune, peuvent *se raccorder*, c'est-à-dire prendre, ainsi que leurs dérivées premières, la même valeur sur Oy. On reconnaît alors que la solution de ce problème revient à celle d'un système d'équations intégrales qui, dans les cas les plus simples, peut se réduire à une équation de Fredholm de première espèce à noyau fermé.

II. Si la ligne L est une caractéristique, l'équation peut s'écrire

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + \varepsilon y^p \frac{\partial z}{\partial y} = a \frac{\partial z}{\partial x} + cz + f \qquad (\varepsilon = \pm 1). \tag{4}$$

Si nous prenons, par exemple, l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - y \frac{\partial z}{\partial y} = 0,$$

la solution fondamentale est

$$\left(\mathcal{L}\frac{y}{\eta}\right)^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4\mathcal{L}\frac{y}{\eta}}},$$

au-dessus de Ox; si une solution, régulière au voisinage de Ox, se réduit sur Ox à une fonction continue, celle-ci ne peut être que linéaire : pour un contour limité inférieurement par une portion AB de Ox, la solution prendra sur AB des valeurs correspondant à une interpolation linéaire. Les résultats sont analogues pour le demi-plan inférieur.

Quant à l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} + y \frac{\partial z}{\partial y} = 0,$$

ses solutions régulières présentent le même caractère que plus haut sur Ox; mais ici la disposition des contours portant les données permet de résoudre, *pour un contour fermé* coupant Ox, un *véritable problème de Dirichlet*.

Ces résultats s'étendent à l'équation (4) si p est impair : suivant le signe

de ε, on a les mêmes cas que plus haut. Si p est pair [1], on peut avoir une solution régulière à l'intérieur d'un contour coupant Ox, mais les valeurs de la solution, d'un côté de Ox, sont indépendantes des valeurs prises de l'autre côté. Dans tous les cas d'ailleurs, toute solution régulière se réduit sur Ox à une solution de l'équation différentielle obtenue en faisant, dans (4), $y = 0$.

III. On peut, dans ce qui précède, supposer que p est un nombre positif quelconque, le coefficient de $\frac{\partial z}{\partial y}$ étant $\pm |x|^p$ ou $\pm |y|^p$; les modifications à introduire ne présentent pas de difficultés.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les plaques circulaires épaisses.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. L. Lecornu.

La plupart des auteurs qui se sont occupés jusqu'à présent des plaques élastiques ont, pour simplifier les calculs, admis soit que les fibres, qui étaient verticales au repos dans la plaque horizontale, restaient rectilignes, soit, ce qui est équivalent, que la plaque était extrêmement mince.

On peut se demander si, pour des plaques d'une certaine épaisseur, cette hypothèse entraîne des altérations notables des formules ou si, au contraire, il n'en résulte que des différences peu importantes. Dans ce but, j'ai recherché les formules rigoureuses des plaques circulaires épaisses, pouvant s'exprimer par des polynomes entiers. J'avais ainsi l'avantage d'obtenir des formules toutes en termes finis donnant des solutions rigoureuses.

J'ai pu résoudre entièrement le cas de la plaque circulaire épaisse :

1° Sollicitée par un moment constant sur son pourtour;

2° Chargée uniformément et supportée sur tout son pourtour;

3° Uniformément chargée et encastrée sur tout son pourtour;

4° Pesante et uniformément chargée.

---

[1] Dans tous les cas, la solution fondamentale de l'équation sans second membre est

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{\varepsilon}{\eta^{p-1}} - \frac{\varepsilon}{y^{p-1}}}} e^{-\frac{(p-1)(x-\xi)^2}{4\varepsilon\left(\frac{1}{\eta^{p-1}} - \frac{1}{y^{p-1}}\right)}},$$

Dans les formules trouvées, les réactions sur le contour de la plaque sont réparties sur le cylindre formant le contour suivant des lois qui rappellent celles que de Saint-Venant avait trouvées dans ses solutions du problème de la poutre et celles que j'ai obtenues (*Comptes rendus*, 17 juin 1901). On sait d'ailleurs, par l'expérience et les indications que donne la théorie, qu'à une distance qui n'excède guère l'épaisseur des pièces, les tensions intérieures et les déplacements sont les mêmes quelle que soit la manière dont sont appliqués les efforts. Ces formules sont donc pratiquement applicables en éliminant seulement cette zone assez étroite.

Notations. — Soient h l'épaisseur de la plaque, r_1 son rayon ($\rho_1 h = r_1$) et ϖ la pression de la charge.

a. Les coordonnées des points sont exprimées en fonction :

1° De la distance z du point considéré à un plan fixe, arbitrairement choisi, perpendiculaire à l'axe et de $z = h\zeta$;

2° De la distance r de ce point à l'axe et de $r = \rho h$.

b. Les tensions qui agissent sur l'élément de volume infiniment petit limité à deux plans passant par l'axe, à deux plans perpendiculaires à l'axe et à deux cylindres de révolution autour de l'axe se réduisent :

1° Sur la face passant par l'axe, uniquement à une tension normale, dirigée par suite suivant la direction de la tangente à la circonférence décrite par son point d'application, que je désigne par ν_t;

2° Sur la face supérieure de l'élément, à une tension normale, dirigée par suite suivant la parallèle à oz que je désigne par ν_z, et à une tension tangentielle dirigée suivant le rayon que je désigne par τ.

c. Les déplacements ont lieu dans les plans passant par l'axe. On peut les exprimer au moyen de deux coordonnées.

1° w dans la direction oz;

2° r' dans la direction or.

Plaque soumise à un moment constant M *par unité de longueur sur son contour :*

$$w = \mathrm{M}\frac{6}{(3\lambda+2\mu)\mu}\,\frac{\lambda z^2 - \lambda h z + \frac{1}{2}(\lambda+2\mu)(r^2 - r_1^2)}{h},$$

$$r' = -\mathrm{M}\frac{6(\lambda+2\mu)}{(3\lambda+2\mu)\mu}\,r\left(z-\frac{h}{2}\right),$$

$$\nu_r = -\mathrm{M}\frac{12}{h^3}\left(z-\frac{h}{2}\right),\qquad \nu_z = 0,$$

$$\nu_t = -\mathrm{M}\frac{12}{h^3}\left(z-\frac{h}{2}\right),\qquad \tau = 0.$$

Plaque posée uniformément chargée. — Si l'on pose

$$C = \frac{1}{3\lambda + 2\mu}\left[\frac{1}{5}(5\lambda + 4\mu) + \frac{3}{2}(7\lambda + 6\mu)\frac{r_1^2}{h^2}\right], \qquad C' = C + \frac{5\lambda + 4\mu}{3\lambda + 2\mu},$$

on obtient

$$\frac{w}{h} = \frac{\varpi}{8\mu(\lambda + \mu)}\Big\{\lambda\zeta[C'\zeta - C + 3\rho^2(1-\zeta)] + (\lambda + 2\mu)\frac{\rho^2 - \rho_1^2}{2}\left[C' - \frac{3}{4}(\rho^2 + \rho_1^2)\right] + (3\lambda + 2\mu)\zeta^3(\zeta - 2)\Big\},$$

$$\frac{r'}{h} = -\frac{\varpi}{8\mu(\lambda + \mu)}\Big\{(\lambda + 2\mu)\rho\left[C'\zeta - \frac{C}{2} + \frac{3}{4}\rho^2(1 - 2\zeta)\right] - \rho\zeta^2(3\lambda + 4\mu)(3 - 2\zeta)\Big\},$$

$$\nu_r = -\frac{\varpi}{8(\lambda + \mu)}\Big[(3\lambda + 2\mu)(2C'\zeta - C) + 2(5\lambda + 4\mu)\zeta^2(2\zeta - 3) + \frac{3}{2}(7\lambda + 6\mu)\rho^2(1 - 2\zeta)\Big],$$

$$\nu_t = -\frac{\varpi}{8(\lambda + \mu)}\Big[(3\lambda + 2\mu)(2C'\zeta - C) + 2(5\lambda + 4\mu)\zeta^2(2\zeta - 3) + \frac{3}{2}(5\lambda + 2\mu)\rho^2(1 - 2\zeta)\Big],$$

$$\nu_z = \varpi\zeta^2(2\zeta - 3), \qquad \tau = 3\varpi\rho\zeta(1 - \zeta),$$

$$f = \varpi h\frac{3}{64}\frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}\frac{11\lambda + 10\mu}{3\lambda + 2\mu}\rho_1^2\left(\rho_1^2 + \frac{8}{5}\frac{5\lambda + 4\mu}{11\lambda + 10\mu}\right).$$

On retrouve la formule qui donne la flèche des plaques minces en négligeant le second terme de la parenthèse. La valeur fixe de ce terme est toujours comprise entre 0,73 et 0,64.

Plaque encastrée sur son contour $\frac{dw}{dr} = 0$. — Les formules sont les mêmes, avec

$$C = \frac{5\lambda + 4\mu}{3\lambda + 2\mu} + \frac{3}{2}\rho_1^2, \qquad C' = \frac{3}{2}\rho_1^2 \qquad \text{et} \qquad f = \varpi\frac{r_1^4}{h^3}\frac{3}{64}\frac{\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}.$$

Plaque pesante uniformément sollicitée par des forces verticales sur ses deux faces. — Les formules conduisent au théorème suivant : La tension sur un élément vertical quelconque d'une plaque circulaire d'épaisseur uniforme reste la même quand la charge totale reste la même, quelle que soit la répartition de cette charge entre la face inférieure, la face supérieure et l'épaisseur, pourvu qu'on ait une charge uniformément répartie sur chacune des faces et dans toute l'épaisseur.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement des électrons dans un champ électromagnétique donné.* Note de M. **Th. De Donder**, présentée par M. P. Appell.

Considérons un champ électromagnétique défini par le potentiel électrique V et par le potentiel vecteur F, G, H [1]; dans ce champ, se trouve un certain nombre d'électrons. Le mouvement d'un de ces électrons, de masse m et de charge électrique e, sera régi par les équations

$$(\text{I}) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dx}{dt} = \dot{x}, \quad \ldots, \\ &\frac{m}{e}\frac{d\dot{x}}{dt} = -\frac{\partial V}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial t} + \left(\frac{\partial G}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial y}\right)\dot{y} + \left(\frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial z}\right)\dot{z}, \quad \ldots, \end{aligned} \right.$$

les équations non écrites se déduisent par permutation tournante des équations écrites.

Au moyen d'un calcul simple, on peut s'assurer que ces équations (1) admettent l'invariant intégral relatif

$$\text{J} \equiv (m\dot{x} + eF)\,\delta x + (m\dot{y} + eG)\,\delta y + (m\dot{z} + H)\,\delta z;$$

autrement dit, on aura, en vertu de ces équations (1),

$$\frac{d\text{J}}{dt} = \delta W,$$

où

$$W \equiv \frac{1}{2} m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + e(F\dot{x} + G\dot{y} + H\dot{z}) - eV.$$

Les équations (1) sont donc équivalentes aux équations de Lagrange

$$(\text{I}') \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dx}{dt} = \dot{x}, \quad \ldots, \\ &\frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial \dot{x}} - \frac{\partial W}{\partial x} = 0, \quad \ldots. \end{aligned} \right.$$

---

[1] V, F, G, H sont quatre fonctions de x, y, z et t; ces fonctions sont liées entre elles par l'équation

$$\frac{\partial V}{\partial t} + c^2\left(\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial G}{\partial y} + \frac{\partial H}{\partial z}\right) = 0,$$

où c représente la vitesse de la lumière dans l'éther.

Remarquons qu'on aura le long d'une trajectoire définie par les équations (I) ou (I′),

$$(\mathrm{J})_{t_0}^{t_1} = \partial \int_{t_0}^{t_1} \mathrm{W}\, dt;$$

c'est le principe de Hamilton étendu au champ électromagnétique considéré.

Introduisons les variables canoniques

$$\xi = m\dot{x} + e\mathrm{F},$$
$$\eta = m\dot{y} + e\mathrm{G},$$
$$\zeta = m\dot{z} + e\mathrm{H}.$$

Le système (I′) pourra s'écrire sous la forme *canonique* de Hamilton

$$(\mathrm{II}'')\qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= \frac{\partial \mathcal{H}}{\partial \xi}, \quad \ldots, \\ \frac{d\xi}{dt} &= -\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial x}, \quad \ldots, \end{aligned} \right.$$

où

$$\begin{aligned} \mathcal{H} &\equiv \dot{x}\xi + \dot{y}\eta + \dot{z}\zeta - \mathrm{W} \\ &\equiv \frac{1}{2} m(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2) + e\mathrm{V} \\ &\equiv \frac{1}{2m}[(\xi - e\mathrm{F})^2 + (\eta - e\mathrm{G})^2 + (\zeta - e\mathrm{H})^2] + e\mathrm{V}. \end{aligned}$$

Si l'on suppose que le potentiel électrique V et le potentiel vecteur (F, G, H) sont indépendants entre eux et *indépendants de t*, on retrouve un résultat, dû à M. Störmer [1], relatif aux champs électrique et magnétique *superposés*.

Nos remarques relatives au champ électromagnétique assigné d'avance peuvent se rattacher aux belles recherches de Sir Joseph Larmor, exposées dans son Livre : *Aether and matter* (Cambridge, *Un. Press.*, 1900, p. 93-99).

---

[1] C. Störmer, *Comptes rendus*, 12 et 26 septembre 1910. — Th. De Donder, *Bull. Acad. royale de Belgique* (*Cl. des Sciences*), février 1911. — T. Levi-Civitá, *Archiv for Mathematik og Naturv. Kristiania*, décembre 1911.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les déformations élastiques sans efforts tangentiels.* Note de M. U. Cisotti, présentée par M. P. Appell.

Je vais caractériser, d'une manière très simple, toute déformation élastique d'un solide homogène et isotrope, où les efforts tangentiels sont nuls. C'est ce qui arrive dans les fluides en repos.

Il est partant loisible d'appeler *hydrostatiques* les déformations dont il s'agit.

1. Soient x, y, z les coordonnées d'un point P de l'espace; τ_{11}, τ_{22}, τ_{33}, τ_{23}, τ_{31}, τ_{12} les efforts intérieurs fondamentaux; X, Y, Z les projections de la force unitaire de masse; u, v, w les déplacements subis par le point P à partir de l'état naturel; E le module de Young; λ le rapport de Poisson.

En supposant la densité du milieu $= 1$, on a, d'une façon bien connue,

$$\frac{\partial \tau_{11}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial z} + X = 0, \quad \ldots; \tag{1}$$

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial u}{\partial x} = \varepsilon_1 = \frac{1}{E}[(1+\lambda)\tau_{11} - \lambda T], \quad \ldots, \\ &\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} = \gamma_1 = \frac{2(1+\lambda)}{E}\tau_{22}, \quad \ldots, \\ &\qquad (T = \tau_{11} + \tau_{22} + \tau_{33}). \end{aligned}\right. \tag{2}$$

Il faut aussi rappeler les conditions de Saint-Venant :

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial \varepsilon_1}{\partial y\, \partial z} = \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \gamma_2}{\partial y} + \frac{\partial \gamma_3}{\partial z} - \frac{\partial \gamma_1}{\partial x}\right), \quad \ldots, \\ &\frac{\partial \gamma_1}{\partial y\, \partial z} = \frac{\partial^2 \varepsilon_3}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_2}{\partial z^2}, \quad \ldots. \end{aligned}\right. \tag{3}$$

2. Si la déformation du milieu est *hydrostatique*, on a

$$\tau_{11} = \tau_{22} = \tau_{33} = p, \qquad \tau_{23} = \tau_{31} = \tau_{12} = 0, \tag{4}$$

p étant la valeur commune des efforts *normaux*.

Après cela les (1) et (2) deviennent

$$\frac{\partial p}{\partial x} + X = \frac{\partial p}{\partial y} + Y = \frac{\partial p}{\partial z} + Z = 0; \tag{1'}$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \frac{1-2\lambda}{E}p, \qquad \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0. \tag{2'}$$

L'équilibre élastique ne peut donc subsister que lorsqu'il y a une fonction des forces $-$ U.

On peut écrire alors, à une constante inessentielle près,

$$p = \mathrm{U}. \tag{5}$$

On tire de (3), d'après (2'), que toute dérivée seconde de p est nulle. Il s'ensuit que p, et par conséquent U, sont fonctions linéaires de x, y, z.

Il faut donc qu'on ait affaire à un champ de force uniforme, tel que la gravité.

Dès qu'il en est ainsi, les valeurs de ε_1, ε_2, ε_3, γ_1, γ_2, γ_3, fournies par les (2'), sont complètement connues (et remplissent, par construction, les conditions de Saint-Venant).

Pour achever l'intégration, on pourrait se servir des formules générales de M. Volterra ([1]), donnant explicitement u, v, w par des quadratures. Mais dans notre cas, les expressions des déplacements s'aperçoivent sur-le-champ.

On peut poser, en effet, choisissant l'axe des z dans la direction de la force et appelant g l'intensité de celle-ci,

$$p = p_0 + gz \qquad (p_0 \text{ const.}), \tag{6}$$

et l'on tire de suite

$$\left\{\begin{aligned} u &= \frac{1}{3} q x (p_0 + gz), \\ v &= \frac{1}{3} q y (p_0 + gz), \\ w &= \frac{1}{3} q p_0 z + \frac{1}{6} q g (z^2 - x^2 - y^2), \end{aligned}\right. \tag{7}$$

q étant le coefficient de compressibilité du corps.

Les déformations de ce type avaient été déjà signalées par MM. E. et F. Cosserat ([2]), qui y ont été conduits par leurs recherches sur la nature analytique des équations de l'élasticité.

On doit même à ces auteurs l'interprétation remarquable d'une telle solu-

---

([1]) *Sur l'équation des corps élastiques multiplement connexes* (*Ann. Éc. Norm.*, 3e série, t. XXIV, 1907, p. 406 et 416-417).

([2]) Voir notamment les Traités de M. Appell, t. III, 2e édition, p. 551; et Love, 2e édition, p. 125.

tion, caractérisant l'équilibre d'un corps élastique pesant immergé dans un liquide de même densité.

On peut maintenant ajouter que ladite solution épuise tous les cas d'équilibre élastique, où il ne s'exerce aucun effort tangentiel : ni à la frontière, ni à l'intérieur du corps envisagé.

PHYSIQUE. — *Inversion du phénomène de Hall dans le bismuth. Superposition de deux effets galvanomagnétiques de sens opposés.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Parmi les influences exercées par un champ magnétique sur un courant électrique, l'une des plus remarquables est la déviation des lignes équipotentielles, découverte en 1879 par Hall.

Une lame métallique (*fig.* 1) est traversée entre *a* et *b* par un courant. On peut trouver latéralement deux points *c* et *d* où le potentiel a la même valeur, tels qu'en les joignant par un fil on n'observe aucun courant. En introduisant un galvanomètre dans ce circuit secondaire, on constate la production d'un courant permanent quand la lame est placée normalement aux lignes de force d'un champ magnétique.

Dans la plupart des métaux, la déviation des lignes équipotentielles a lieu dans le sens inverse de la rotation des courants d'Ampère correspondant au champ magnétique : l'effet est alors dit de sens négatif. Au contraire, chez d'autres métaux (Fe, Zn, Co, Te), le phénomène est de sens positif. Le bismuth présente un effet particulièrement intense, donné jusqu'à présent comme le meilleur exemple d'effet Hall négatif.

Les expériences suivantes vont montrer que dans un champ suffisamment intense, et surtout aux basses températures, le phénomène de Hall dans le bismuth change de sens et paraît être la résultante de deux phénomènes de natures différentes. Les conséquences de ces faits sont extrêmement graves pour les théories les mieux acceptées aujourd'hui.

Nous avons employé la méthode de Hall, consistant à chercher par tâtonnements deux points *c* et *d* sensiblement au même potentiel, et à mesurer le courant transversal dans un champ magnétique. M. Werlein a taillé très habilement, dans une même masse cristallisée, trois lames rectangulaires; l'une est normale à l'axe cristallographique principal; dans les deux autres, cet axe est parallèle respectivement aux grands et aux petits côtés.

Nous nous occuperons seulement de la première lame (épaisseur $1^{mm},12$; $ab = 19^{mm},0$; $cd = 5^{mm},3$). L'intensité du courant ab est 1 ampère. La différence de potentiel cd est mesurée avec un galvanomètre Deprez-d'Arsonval (résistance 24,8 ohms) étalonné comme voltmètre. La lame, placée à l'intérieur d'un tube de Dewar, peut être plongée dans l'air liquide.

La figure 2 donne les résultats obtenus à la température ordinaire (20°);

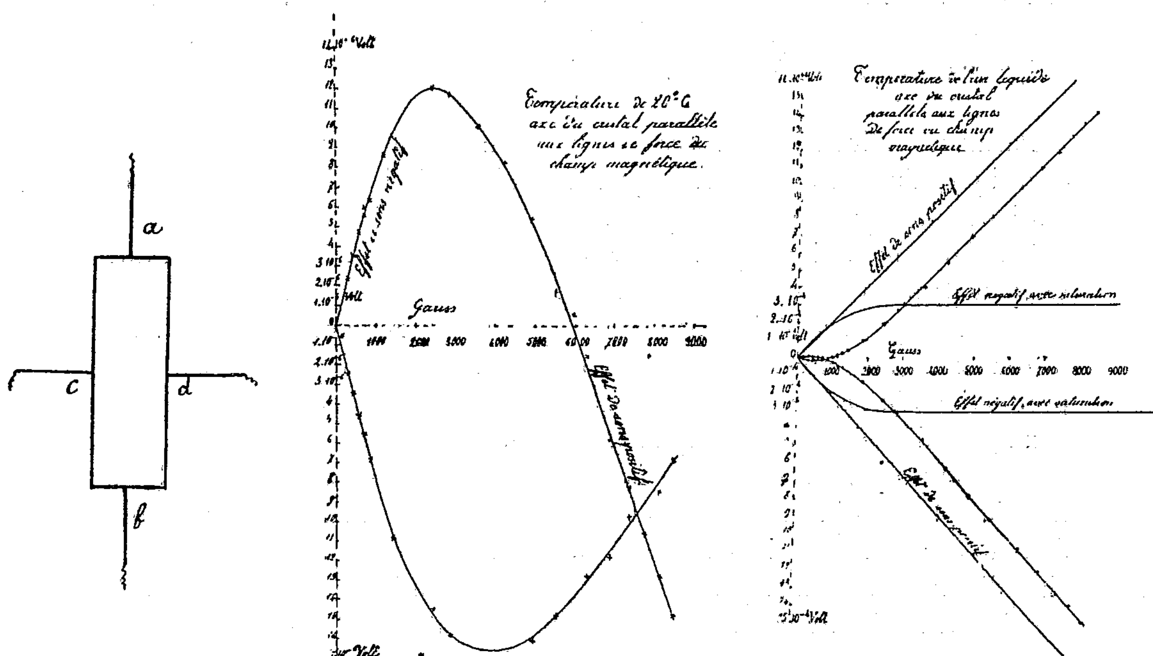


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

la courbe représente les valeurs des différences de potentiel en fonction du champ magnétique. Les deux branches correspondent à deux sens opposés du champ; l'effet est dissymétrique, fait d'ailleurs connu (M. Lebret, M. Van Everdingen).

Il apparaît nettement que l'effet est d'abord proportionnel au champ, puis atteint un maximum, diminue, et *change de sens* vers 5900 gauss, tout au moins pour l'un des sens des lignes de force. Pour l'autre sens l'inversion ne se produirait qu'avec un champ plus intense.

Le fait que, dans le cas où le champ est parallèle à l'axe cristallographique, l'effet Hall peut avoir un sens positif avait été signalé par M. Van Everdingen.

A — 190° l'effet devient extrêmement grand : les résultats sont représentés sur la figure 3 où l'échelle des ordonnées est 100 fois plus petite que sur la figure 2. Après l'inversion qui se produit avec un champ faible, l'effet croît avec une extrême rapidité, et à partir de 3500 gauss il suit une loi linéaire; *il est de sens positif*.

Menons par l'origine deux droites parallèles aux droites en lesquelles se transforment les branches de courbes. Ces deux droites représentent un premier effet, de sens positif. Les différences des ordonnées entre chacune de ces droites et la branche de courbe correspondante mesurent un second effet, de sens négatif, qui atteint une saturation pratiquement complète dès 3500 gauss.

Cette manière de décomposer les courbes n'est peut-être pas la seule, mais elle est certainement la plus logique, et il est bien naturel de penser que *le phénomène observé est la superposition de deux phénomènes de sens contraires; le premier, de sens positif, suit une loi linéaire; le second atteint une saturation*. A — 190° l'effet négatif devient 8,5 et 10 fois (selon le sens du champ) plus grand qu'à la température ordinaire, mais l'effet positif augmente bien davantage (38 et 71 fois) et devient prédominant.

Dans les théories électroniques, on a admis que le transport de l'électricité dans les solides se fait uniquement par des électrons *négatifs*, alors que les charges positives restent liées à la matière qui ne participe pas au courant. L'effet Hall devrait suivre une loi linéaire: c'est bien ce que nous observons pour l'un des deux effets, seulement le sens est positif, alors que la théorie indique le sens opposé. Quant au phénomène qui est dans le sens prévu, il suit une loi inattendue (saturation).

Il a été possible d'expliquer un effet Hall positif en considérant l'influence du champ sur les électrons au moment où ceux-ci sont au voisinage immédiat ou à l'intérieur des molécules (J.-J. Thomson). Mais ce sens positif ne devrait se produire que pour les corps magnétiques, alors que nous avons affaire au métal le plus diamagnétique.

L'un des deux effets est-il une conséquence du diamagnétisme? On ne saurait le dire. Toujours est-il que les deux phénomènes opposés, l'un avec sa saturation, l'autre avec sa variation proportionnelle au champ, paraissent de natures absolument différentes. La saturation, se produisant dans un champ d'autant moindre que la température est plus basse, fait penser à une orientation moléculaire, mais ce n'est là qu'une association d'idées, ce n'est pas une explication.

Nous poursuivons les expériences avec des lames parallèles à l'axe.

A part la grandeur de l'effet, les conclusions sont les mêmes : le phénomène prédominant est de sens positif.

J'ai tenu à signaler dès maintenant ces résultats, parce qu'ils suffisent à apporter un trouble profond dans les idées qu'on se fait actuellement de la conductibilité électrique.

MÉTROLOGIE. — *Sur la mesure de petits étalons industriels à faces planes par une méthode interférentielle.* Note (¹) de M. A. **Pérard**, présentée par M. J. Violle.

Les étalons à étudier étaient les étalons Johansson qui, par la perfection de leurs surfaces terminales, se prêtent très bien à ce genre d'étude.

La méthode consiste à disposer l'étalon entre deux glaces, celles d'un interféromètre, de dimensions suffisantes pour le déborder de chaque côté, et à mesurer, par les franges d'interférences en lumière monochromatique, la distance des glaces et les deux distances comprises entre chaque face de l'étalon et la glace qui lui fait vis-à-vis. Ce procédé avait été proposé par M. J.-R. Benoît, à l'occasion de la détermination d'une lame de quartz de 1^{mm}; je l'ai modifié de façon à l'adapter à la mesure d'étalons opaques, par l'envoi alternatif du faisceau lumineux dans les deux sens, sur l'une ou sur l'autre face de l'étalon. La complication introduite de ce fait dans le dispositif est largement compensée par l'avantage de lire de part et d'autre un phénomène simple et parfaitement clair.

Les sources lumineuses étaient une lampe à vapeur de mercure Cooper Hewitt et une lampe au néon établie par M. G. Claude en vue des expériences métrologiques. Le système dispersif, constitué par un prisme de Thollon en deux parties raccordées par un miroir, mobile dans certaines conditions, séparait nettement les deux raies jaunes de l'arc au mercure et les raies de l'arc au néon. Les radiations utilisées étaient les quatre raies principales du mercure et quatre raies choisies parmi celles du néon. Dans ces dernières, j'ai admis pour l'une d'elles la longueur d'onde $\lambda = 0^{\mu},58524886$ trouvée par M. Irwin G. Priest et j'ai déterminé rapidement *par rapport à celle-ci* les trois autres :

$$\lambda = 0^{\mu},5881892, \qquad \lambda = 0^{\mu},5944832, \qquad \lambda = 0^{\mu},6096154.$$

L'étalon était tenu entre les glaces au moyen d'un cadre étroit et mince rattaché au support de l'une d'elles par l'intermédiaire de trois vis susceptibles de régler son

(¹) Présentée dans la séance du 17 juin 1912.

orientation et ses distances relatives. Dans chaque lunette on observait ainsi, au centre, les franges produites en lame mince par réflexion entre la glace la plus proche et la face antérieure de l'étalon très légèrement inclinée sur elle, et de chaque côté, les franges semblables qui prenaient naissance entre les deux glaces. Des points noirs marqués sur les glaces, l'un au centre et les autres par paires symétriquement, permettaient de préciser pour chaque radiation, tant sur l'étalon que sur les glaces, l'excédent fractionnaire correspondant à ce centre. Le nombre entier des longueurs d'onde était d'ailleurs retrouvé par le procédé dit *des coïncidences*.

La méthode fournissait tout d'abord un contrôle immédiat et très précis de la construction de chaque pièce. La rectitude et la régularité des franges produites entre les faces de l'étalon et les plans de verre très parfaits de l'interféromètre donnaient la mesure exacte de la planitude de celles-là; et, entre les glaces, amenées au parallélisme par l'uniformité de teinte, il était facile de juger du parallélisme des surfaces métalliques par la possibilité d'obtenir aussi sur elles simultanément l'uniformité de teinte avec un réglage convenable.

J'ai étudié ainsi et mesuré cinq étalons de 5^{mm} et cinq de 1^{mm}. Mentionnons en passant leur excellente construction. Les mesures exécutées sur une même pièce dans des conditions aussi différentes que possible n'ont jamais donné que des écarts de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$ de micron par rapport à la moyenne.

Mais les nombres trouvés doivent être affectés d'une double correction provenant : 1° de la position des plans de réflexion ; 2° du mode d'emploi des étalons. 1° Les surfaces optiques, où se produisent, en moyenne, les réflexions des diverses radiations, ne coïncident pas rigoureusement avec les surfaces mécaniques ou réelles. Ce phénomène est bien connu pour les surfaces métalliques; il s'exprime plus exactement en disant que la perte de phase par réflexion n'est pas rigoureusement $\frac{1}{2}$. 2° Chaque étalon est destiné à être employé par superposition, soit avec d'autres étalons, soit avec des becs qui le transforment en calibre à fourche. Dans tous ces emplois, la *valeur pratique* d'un étalon, définie dans une Note précédente, pourra être légèrement différente de sa valeur théorique ([1]). Pour établir en bloc la valeur de cette double correction, j'ai effectué la mesure de sommes de plusieurs étalons, au nombre de deux, trois ou cinq, accolés les uns aux autres de la manière indiquée par le constructeur, en procédant par glissement progressif des surfaces laissées enduites à peine

([1]) *Comptes rendus*, même Tome, p. 1587.

de quelques traces résiduelles de vaseline, en quantité tout juste suffisante pour autoriser le glissement sans grippage. Ces expériences montrèrent que, pour faire concorder les nouveaux résultats avec les sommes des résultats individuels, il suffisait d'ajouter environ pour chaque raccord la quantité fixe $0^{\mu},08$. Moyennant cette correction globale, les résultats ne présentèrent jamais que des écarts atteignant au plus $0^{\mu},03$, peu supérieurs aux erreurs possibles d'observation; ces expériences permettaient donc d'établir la constance du contact des étalons Johansson, avec une approximation bien plus élevée que les mesures exécutées par la méthode optique. D'ailleurs des études en cours semblent indiquer que, sur cette erreur de $0^{\mu},08$, dont il faut corriger les résultats interférentiels pour obtenir les valeurs pratiques des étalons, la plus grande part serait imputable à la discordance des surfaces optiques et mécaniques; la couche grasse n'interviendrait que peu par son épaisseur. Mais ce dernier point n'a qu'un intérêt théorique; pour l'usage des étalons, la seule question à élucider était la grandeur maxima des variations à craindre dans l'aboutage de deux pièces. Dans ce but, j'ai laissé parfois intentionnellement sur les surfaces à accoler une quantité de vaseline nettement trop forte, et j'ai reconnu que l'excédent de $0^{\mu},1$ est certainement la limite supérieure de l'erreur que pourrait redouter un opérateur, même tout à fait inexercé; car, bien avant cette limite, le défaut d'adhérence des surfaces et leur trop grande tendance à glisser l'une sur l'autre, éveillerait sa méfiance.

Enfin, il est intéressant de signaler que la fluidité du lubréfiant utilisé semble sans influence au point de vue métrologique, puisque j'ai obtenu des résultats tout à fait semblables avec la vaseline, l'huile de vaseline et l'essence de pétrole, même quand, pour cette dernière, les mesures étaient faites après évaporation.

Écarts des valeurs pratiques par rapport aux valeurs de définition.

	μ		μ
5· mm......	−0,10	1· mm......	−0,04
5·· mm......	−0,11	1·· mm......	−0,05
5··· mm......	−0,12	1··· mm......	−0,04
5···· mm......	−0,12	1···· mm......	−0,02
5····· mm......	−0,10	1····· mm......	−0,05

nombres probablement exacts à $\frac{2}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ de micron près.

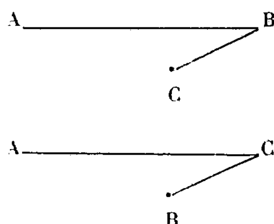
CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'existence de quatre acides tartriques inactifs et sur la loi de l'action de masse, à propos des Notes de M. Darzens et de M. Le Chatelier.* Note de M. **Albert Colson**.

Dans leur Note du 10 juin (p. 1715) MM. Darzens et Séjourné décrivent un troisième dérivé dichlorosuccinique, et ils considèrent avec raison ces composés comme des éthers chlorhydriques d'acides tartriques isomères.

MM. Darzens et Séjourné ajoutent que leur nouveau dérivé inactif « n'est pas prévu par les théories stéréochimiques actuelles, mais que son existence s'explique cependant par des considérations formulées par M. Anderson en 1898, et par M. Colson ».

Je remercie les auteurs d'avoir bien voulu rappeler de très anciens travaux contestés ou incompris.

En 1892, M. Guye ayant imaginé la notion de *produit d'asymétrie* pour déterminer le sens du pouvoir rotatoire des corps actifs, j'avais été frappé du désaccord provenant de ce que l'auteur admettait l'existence d'un seul acide tartrique dextrogyre, tandis que certaines formules basées sur la dissymétrie pasteurienne, sur lesquelles il s'appuyait, répondaient à trois isomères dextrogyres ([1]). Visiblement le schéma de Le Bel et Van 't Hoff, sous la forme ci-dessous :



dans laquelle les trois points A, B et C figurent les groupements H, OH et CO^2 H fixés sur les carbones asymétriques, correspond à trois formes différentes (non superposables) suivant que l'arête AA a pour sommets H et H, ou que les points A et A sont des groupes OH et OH, ou encore des radicaux CO^2H. A ces trois figures différentes, représentant par exemple les acides droits, correspondent des images spéculaires respectives qui figureront les acides gauches. Soient déjà 3 racémiques (inactifs par compensa-

([1]) *Comptes rendus*, t. 114, 1892, p. 145-147 ; t. 115, p. 729 et 948.

tion), auxquels s'ajoute l'inactif par nature représenté par le prisme dont les arêtes sont AA, BB et CC; en tout 4 isomères inactifs prévus. M. Guye n'admettant qu'un seul racémique, tout en se servant de ce schéma, ses conclusions m'avaient semblées illégitimes, et j'avais réussi à prouver expérimentalement qu'elles présentaient de nombreuses exceptions. M. Friedel n'admettait pas mes critiques sur une thèse qu'il avait acceptée, estimant que « j'avais traduit inexactement le schéma de Van 't Hoff (1) ». Je lui faisais alors observer « qu'il limitait par la chimie les propriétés des figures géométriques » qui servaient à ces interprétations (2). M. Le Bel lui-même accusait « *ma* stéréochimie » d'impéritie, et le principe de la liaison mobile ou celui des positions préférées de Wislicenus semblaient à tous une raison péremptoire, bien connue, pour limiter les schémas tartriques et celui du bromure d'éthylène dont je signalais les deux formes (annotation de la page 820 du Tome 116 des *Comptes rendus*) afin de préciser ma pensée. Je persistai néanmoins à propager ces idées dans mon Cours de l'École Polytechnique, et à engager les chimistes à laisser à la stéréochimie toute sa généralité et à n'en point faire « une sorte de lit de Procuste qui l'enferme dans des limites arbitraires ». (*Contrib. à l'hist. de la Chim.*, 1910.)

Voici qu'aujourd'hui des sanctions expérimentales frappantes viennent montrer l'importance de ces questions :

1° L'acide malique liquide de M. Anderson présente avec l'acide malique ordinaire une différence analogue à celle que j'ai signalée pour le bromure d'éthylène. A mon sens, cette structure est même mieux adaptée au corps actif de M. Anderson, puisque la dissymétrie pasteurienne a été imaginée pour ce genre de composés;

2° On connaît trois acides tartriques inactifs à l'état d'éthers chlorhydriques. Nul doute que le quatrième isomère n'apparaisse bientôt.

Loi de masse. — Les difficultés de la Chimie physique sont comparables à celles que j'ai rencontrées en Stéréochimie. La réponse de M. Le Chatelier (p. 1563) le démontre. Je n'y relèverai que deux points :

Pratiquement : M. Le Chatelier, choisissant les expériences de M. Bodenstein, faites dans des tubes de petites dimensions, de préférence aux mesures de M. Lemoine, faites sur des masses considérables, est cependant obligé d'admettre que ces vérifications « présentent des irrégularités encore trop fortes ».

---

(1) *Comptes rendus*, t. 115, 1892, p. 994.

(2) *Comptes rendus*, t. 116, p. 820.

Théoriquement : L'éminent savant conteste que la loi des masses entre en jeu quand on passe de l'état P.V à l'état P'.V' à température constante, du moins pour une molécule HI en dissociation; mais, dans un sous-chapitre intitulé *Dissociations homogènes* (*Ann. des Mines*, 1888, p. 160), il applique lui-même l'action de masse à l'acide chlorhydrique, type du groupe H^2Cl^2, H^2Br^2, H^2I^2, auquel il cherche à attribuer la même constante.

J'estime cependant, avec M. Le Chatelier, que l'emploi des parois semi-perméables n'est pas sans danger, et je fais des réserves sur l'application que M. J. Carvallo en a tentée page 1590, en remarquant en outre que sa conclusion ne s'applique pas aux dissociations avec changement de volume, c'est-à-dire au plus grand nombre d'exceptions visées dans ma Note du 28 mai (p. 1420).

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la longueur d'onde des radiations actives dans la synthèse photochimique des composés ternaires.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La lumière est capable, comme la chaleur, de produire des réactions chimiques réversibles, et nous avons montré précédemment que, plus la fréquence vibratoire est grande, plus les équilibres sont déplacés dans le sens correspondant à la restauration d'énergie (formation de composés endothermiques tels que l'ozone; dissociation de composés exothermiques tels que le gaz carbonique ou la vapeur d'eau).

Parmi les processus de restauration d'énergie chimique, le plus important dans la nature est celui par lequel les plantes vertes au soleil refont synthétiquement les hydrates de carbone aux dépens de la vapeur d'eau et du gaz carbonique, c'est-à-dire des gaz dégradés que les combustions respiratoires animales ont rejetés dans l'atmosphère.

L'insuccès répété des tentatives faites pour réaliser ce processus en dehors des êtres vivants avait amené des savants tels que Joule, Lord Kelvin, Helmholtz, à penser que le principe de Carnot n'était pas applicable aux êtres vivants et que ceux-ci pouvaient, non seulement ralentir la dégradation de l'énergie, mais même la restaurer.

Nous avons réussi, il y a deux ans, à reproduire pour la première fois les réactions fondamentales de la synthèse végétale chlorophyllienne, en l'absence de matière vivante et de chlorophylle, grâce aux rayons ultra-violets. C'est donc bien la lumière qui est l'agent de restauration de

l'énergie chimique, et il n'y a pas là une action propre à la vie, mais un simple processus physico-chimique.

Toute la différence c'est que, dans les plantes, ce processus a déjà lieu sous l'influence de vibrations visibles jaune orangé, c'est-à-dire relativement lentes, tandis que nous ne le réalisons qu'avec les vibrations ultraviolettes les plus rapides. Mais il n'y a là rien que de conforme à l'observation générale, qui montre que les réactions chimiques des cellules vivantes se font avec des potentiels (températures, forces électromotrices, fréquences vibratoires, affinités chimiques) moindres que celles des corps inertes, en raison des compensations dégradatrices simultanées, favorisées par les ferments et diastases, et des déplacements d'équilibre produits par la tension superficielle, dont il est généralement permis de négliger l'influence dans les corps bruts, mais qui jouent un rôle essentiel dans la chimie des êtres vivants qui est le domaine d'élection des réactions capillaires.

La synthèse photochimique des hydrates de carbone comporte plusieurs stades : dissociations réversibles de la vapeur d'eau en hydrogène et oxygène; et du gaz carbonique en oxyde de carbone et oxygène; combinaison réversible de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, et polymérisation de l'aldéhyde formique engendrée.

Nous avons vu que les dissociations de la vapeur d'eau et du gaz carbonique, qui représentent des réactions fortement endothermiques, ne se produisent à un taux mesurable que dans l'ultraviolet extrême et que l'équilibre photochimique y est encore très prononcé dans le sens de la combinaison.

Par contre l'équilibre entre le mélange hydrogène-oxyde de carbone et l'aldéhyde formique est plus poussé du côté de la décomposition. Les expériences suivantes précisent quelles sont les radiations actives. Elles ont été faites dans des tubes de quartz mince, sur petites cuves à mercure.

Décomposition de l'aldéhyde formique. — La décomposition de l'aldéhyde formique pur (formol condensé solide) en CO et H^2 se fait facilement avec la lampe à mercure (*Comptes rendus*, t. **150**, p. 1692).

De même, une solution aqueuse concentrée de formol à 15^{mm} de la lampe Heraeus 110 volts donne un dégagement gazeux abondant formé pour environ $\frac{9}{10}$ d'un mélange à volumes presque égaux d'oxyde de carbone et d'hydrogène. Les gaz accessoires sont le méthane et l'anhydride carbonique.

Cette décomposition se produit encore dans l'ultraviolet moyen. On le vérifie au moyen d'une cuve à parois de quartz contenant une épaisseur de 1^{cm} d'eau qui arrête presque tout le rayonnement ultraviolet au-dessous de $0^{\mu},19$. Au bout de 7 heures d'exposition au rayonnement d'une lampe Heraeus de 110 volts le dégagement gazeux

dans un tube placé à 32mm de la lampe derrière la cuve est notable et égal à celui d'un tube placé à 52mm dans l'air.

Enfin l'ultraviolet solaire ou initial (0μ,4 à 0μ,3) produit déjà la décomposition. Une solution aqueuse de formol a été exposée au soleil par de belles journées de juin; au bout de 24 heures, il s'y forme une bulle de gaz qui augmente régulièrement; en 8 jours, la quantité de gaz est comparable à celle formée en 1 heure à 32mm de la lampe derrière la cuve à eau.

Synthèse de l'aldéhyde formique. — Nous avons exposé au soleil, à Meudon, dans une atmosphère limpide et exempte de poussières, des mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène, soit seuls, soit avec divers catalyseurs, du 21 juin 1910 et du 23 septembre 1910 au 16 juin 1911. Les résultats ont été négatifs.

1° $CO + H^2$ secs. Pas de dépôt à la surface du tube, ni sur le mercure. Volume gazeux non changé;

2° $CO + H^2$ humides. Volume initial 1cm³,52, formé de 0cm³,71 CO + 0cm³,81 H^2. Volume final 1cm³,53, formé de 0cm³,71 CO + 0cm³,82 H^2. La différence entre ces nombres est de l'ordre des erreurs d'expériences. Il n'y a pas eu combinaison;

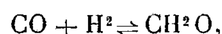
3° $CO + H^2$ + argile. Pas de combinaison. Pas de formation de corps réducteurs;

4° $CO + H^2$ + mousse de platine. Gaz initial 1cm³,26 CO + 1cm³,44 H^2. Gaz final 1cm³,21 CO + 1cm³,41 H^2. La mousse de platine a absorbé quelques centièmes des gaz; mais il n'y a pas eu formation d'aldéhyde formique;

5° Un mélange $CO + H^2$ a été exposé devant une vieille lampe en quartz à paroi intérieure enfumée, mais qui donne encore la majeure partie de l'ultraviolet moyen. Après plusieurs heures d'exposition, il n'y a aucune variation de volume.

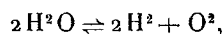
Rappelons pour mémoire que, après 13 heures 30 minutes d'exposition devant la lampe neuve, le volume du mélange $CO + H^2$ avait passé de 3cm³,80 à 1cm³,65, et qu'il s'était formé un abondant dépôt d'aldéhyde formique solide.

Conclusion. — Dans la réaction photochimique réversible

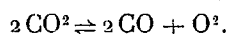


$$CO + H^2 \rightleftharpoons CH^2O,$$

l'équilibre est beaucoup plus prononcé du côté de la décomposition qu'il ne l'est dans les réactions



$$2H^2O \rightleftharpoons 2H^2 + O^2,$$



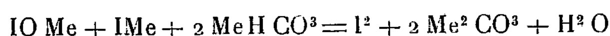
$$2CO^2 \rightleftharpoons 2CO + O^2.$$

L'ultraviolet solaire, qui est incapable de décomposer la vapeur d'eau ou le gaz carbonique, décompose l'aldéhyde formique pur ou en solution aqueuse; mais il n'en produit pas la synthèse à dose appréciable, même en une année.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la stabilité des hypoiodites.*
Note de M. V. AUGER, présentée par M. A. Haller.

Sur la stabilité de l'hypoiodite de calcium. — On sait que les hypoiodites alcalins sont extrêmement instables même à 0°, et qu'à l'ébullition leurs solutions sont rapidement décomposées; l'hypoiodite de calcium, étudiée par Lunge et Schoch ([1]) semblait faire exception à cette règle, car, d'après ces chimistes, une solution contenant, sous forme de sel de calcium 9,5 pour 100 d'iode actif, soumise à l'ébullition pendant 7 heures, ne perdrait que 53 pour 100 de sa valeur, et contiendrait encore par conséquent plus de 4 pour 100 d'iode actif. En réalité tout le travail d'analyse effectué par Lunge et Schoch était illusoire. La solution incolore, qu'ils obtenaient en traitant l'iode par un excès de lait de chaux et laissant reposer le mélange pendant quelques heures, ne contenait aucune trace d'hypoiodite, et tous leurs dosages ont porté sur une solution qui ne contenait que de l'iodure et de l'iodate de calcium, en présence de chaux caustique en excès. Ces chimistes avaient basé leur dosage d'iode actif sur le pouvoir décolorant de la solution vis-à-vis d'une liqueur titrée de carmin d'indigo : or cette matière colorante est très rapidement détruite par les alcalis et, en particulier, par la chaux ([2]), de sorte que leur dosage portait, en réalité, sur la quantité d'alcali contenu par la solution analysée.

Action des bicarbonates alcalins sur les hypoiodites. — Förster et Gyr ([3]) admettent que les hypoiodites additionnés d'une grande quantité d'un bicarbonate alcalin saturé de CO^2 sont décomposés en fournissant de l'iode libre d'après



$$IO\,Me + IMe + 2\,MeH\,CO^3 = I^2 + 2\,Me^2\,CO^3 + H^2\,O$$

mais que la réaction est loin d'être complète. Il est bien évident que le carbonate alcalin formé réagissant sur l'iode pour reformer de l'hypoiodite, la réaction ci-dessus ne peut avoir lieu complètement, mais donner un équilibre entre ses divers membres.

Cependant, si l'on opère en solution contenant un excès de CO^2 de façon

---

([1]) *D. ch. G.*, t. XV, 1888, p. 1883.
([2]) GROS RENAUD, *Bull. Soc. ind. Mulhouse*, t. XXIV, p. 343.
([3]) *Zeit. f. Electrochemie*, t. IX, 1903, p. 1.

à n'avoir que du bicarbonate dans le second membre de l'équation, la réaction doit devenir totale. Telle n'est pas l'opinion de ces auteurs, car ils ont constaté qu'en ajoutant, à une solution d'iode dans un iodure, un excès de bicarbonate de potassium, cette solution ne donnait plus avec l'hyposulfite la quantité d'iode contenue primitivement, mais accusait un fort déficit, occasionné par la réaction de l'hypoiodite formé dans ces conditions, sur l'hyposulfite, avec production de sulfate de sodium. Cette expérience ne me semble nullement convaincante : elle porte sur une solution contenant, pour 1^{at} d'iode, 100^{mol} de $KHCO^3$ à 25 pour 100; un dosage à l'hyposulfite effectué dans des conditions qui diffèrent si fortement des conditions habituelles ne peut être considéré comme probant; il se peut fort bien que l'hyposulfite réagisse ici tout autrement qu'en se transformant en tétrathionate sans pour cela qu'il y ait de l'hypoiodite dans la solution. En fait, si l'on dilue celle-ci avec de l'eau pure ou chargée de CO^2 avant d'effectuer le dosage, on trouve des nombres qui se rapprochent très sensiblement de ceux qu'on doit obtenir pour l'iode employé. La diminution du titre en iode étant de 31 pour 100 pour la liqueur non diluée, s'abaisse à 5 pour 100 après une forte dilution à l'eau pure, et à 1,5 pour 100 par l'emploi d'eau chargée d'acide carbonique. D'autre part, en laissant pendant plusieurs jours en vase bien clos, à la température ordinaire, une pareille solution bien saturée de CO^2, on constate, après décoloration exacte à l'hyposulfite, qu'il ne s'est pas formé d'iodate : or s'il y avait eu formation d'hypoiodite, ce dernier aurait évidemment subi une décomposition ultérieure en iodate, à moins d'admettre que dans ces conditions il ne jouisse d'une stabilité extraordinaire.

Cette expérience, rapprochée des dosages cités plus haut, nous conduit à admettre que le système $I + MeHCO^3 + H^2O$ ne fournit pas d'hypoiodite, à la condition cependant que le bicarbonate se trouve en présence d'une quantité suffisante de CO^2 pour que l'hydrolyse soit nulle ou insignifiante. Il est en effet évident que, si l'on emploie une solution aqueuse diluée de bicarbonate alcalin en grand excès, il se formera de l'hypoiodite, provenant du carbonate formé par l'hydrolyse du bicarbonate ; ce fait n'a pas échappé aux analystes, et il est toujours recommandé, lorsqu'on veut effectuer un dosage d'iode en milieu alcalin, d'employer une solution de bicarbonate de sodium additionnée de quelques centimètres cubes de HCl, en d'autres termes, contenant un excès de CO^2. J'ai constaté qu'en opérant ainsi, on avait encore un dosage d'iode parfaitement normal en employant 20^{mol} de $KHCO^3$ pour 1^{at} d'iode en solution diluée chargée de CO^2.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'anhydride uranique et ses hydrates.* Note [1] de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une précédente Communication [2], nous avons montré que le nitrate uranique, chauffé à des températures comprises entre 180° et 200°, fournissait, comme résidu insoluble dans l'eau, un mélange d'anhydride et d'acide uraniques. Or, en 1845, Jacquelain, ainsi que le mentionne Péligot [3], prépare l'anhydride uranique pur en maintenant à 250° du nitrate uranique, jusqu'à ce que les vapeurs acides cessent de se dégager. Nous n'avons pu obtenir par ce procédé un composé exempt de produits nitrés. Même après une chauffe d'une durée de 2 heures à 350°, la matière renferme encore de l'azote et de l'eau et sa composition diffère sensiblement de celle de l'anhydride UO^3 :

		Calculé pour UO^3.
U^3O^8 pour 100.............	97,60	98,13

Il est intéressant de rapprocher de cette constatation, une observation déjà ancienne d'Arfvedson [4], qui paraît avoir été oubliée depuis : que la décomposition du nitrate ne cesse point avant que toute la masse ne soit convertie en protoxyde (oxyde vert U^3O^8). Ce fait est cependant rigoureusement exact et nous avons pu déceler de l'acide nitrique, dans un anhydride mélangé d'oxyde vert et préparé à 580°.

D'autre part, contrairement aux indications d'Ebelmen [5], d'après lesquelles on peut obtenir l'anhydride uranique pur, par déshydratation de l'acide uranique à 300°, Malaguti [6] n'a pu éliminer à 400° que le tiers de l'eau et a en outre remarqué que, par l'action d'une température plus élevée, il y avait perte d'oxygène, sans pour cela que le départ de l'eau soit complet. Il est certain qu'il faut ici tenir compte de la durée de la chauffe, car à 300°, la tension de déshydratation de l'acide est déjà notable. Après 30 minutes de chauffe, la perte en eau correspond à 5,1 pour 100 de la quantité totale. A 400°, pendant le même temps et pour une même masse, elle est de 49,8 pour 100, et à 500° de 93,8 pour 100.

Dans la préparation de l'anhydride uranique, en partant du nitrate ou de l'hydrate, il est donc nécessaire de faire intervenir une température

(1) Présentée dans la séance du 17 juin 1912.

(2) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1612.

(3) Péligot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XII, 1844, p. 562.

(4) Arfvedson, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXIX, 1825, p. 160.

(5) Ebelmen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. V, 1842, p. 198.

(6) Malaguti, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. IX, 1845, p. 465.

suffisamment élevée pour enlever les dernières traces d'eau et d'acide nitrique. On ne peut éviter, pour atteindre complètement ce but, la formation d'une petite quantité d'oxyde vert. Nous avons réussi à obtenir un produit pur en maintenant pendant 2 heures à 500°, dans un courant d'oxygène, soit l'acide uranique, soit le mélange d'anhydride et d'acide provenant de la décomposition du nitrate à plus basse température. L'analyse a donné des résultats très satisfaisants :

	I.	II.	Calculé pour UO^3.
U^3O^8 pour 100.....	97,98	98,08	98,13

L'anhydride pur ainsi préparé possède une couleur jaune moins foncée et moins orangée que l'anhydride contenant encore des traces d'eau et d'azote. Il est facilement soluble dans les acides minéraux.

L'anhydride uranique possède la propriété de s'hydrater directement au contact de l'eau. Nous avions tout d'abord pensé que cette facilité d'hydratation pouvait être déterminée par la présence des composés nitrés existant toujours dans l'anhydride préparé par les procédés ordinaires, et c'est pour élucider cette question que nous nous étions proposé de trouver un mode de préparation plus satisfaisant. L'anhydride pur se comporte de la même façon. Après 24 heures de contact avec l'eau, l'hydratation est complète à la température ordinaire. A 100°, le même résultat est atteint après une heure. Nous avons ainsi un procédé rapide de préparation de l'acide uranique. Les analyses ci-dessous correspondent, la première à l'acide résultant de l'action de l'eau pendant 24 heures à froid, et la seconde à celui produit après une heure d'ébullition :

	I.	II.	Calculé pour $UO^2(OH)^2$.
U^3O^8 pour 100.....	92,36	92,77	92,33

Cette propriété de l'anhydride uranique, qui n'est signalée, à notre connaissance, dans aucun Mémoire, explique pourquoi un certain nombre d'auteurs ont admis que la décomposition du nitrate uranique par la chaleur fournissait exclusivement de l'acide uranique. La reprise par l'eau et les lavages nécessaires à l'élimination des produits nitrés conduisent fatalement à la préparation de ce composé.

L'acide uranique pur se dissout facilement à chaud dans les solutions concentrées de nitrate uranique. Dans une solution saturée à 100°, contenant 75g de ce dernier sel, nous avons pu dissoudre 10g d'acide $UO^2(OH)^2$. En évaporant le liquide limpide ainsi obtenu jusqu'à complète dessiccation à

100°, il reste un magma cristallin qui, repris par l'éther anhydre, abandonne une poudre dense formée de lamelles rhombiques possédant la composition de l'acide uranique :

	I.	II.	Calculé pour $UO^2(OH)^2$.
U^3O^8 pour 100.....	92,17	92,24	92,33

Si la solution précédente est évaporée dans le vide sulfurique à la température du laboratoire, le résidu cristallisé bien desséché repris par l'éther cède tout d'abord une partie très soluble qui est constituée par l'excès de nitrate, puis on observe une sorte de dissociation, sous l'influence de nouvelles additions d'éther, d'une matière cristallisée avec production de nitrate soluble et d'une poudre insoluble d'un jaune beaucoup plus clair. La composition de ce dernier corps est celle de l'hydrate d'acide uranique $UO^2(OH^2)H^2O$:

	I.	II.	Calculé pour $UO^2(OH)^2H^2O$.
U^3O^8 pour 100.....	87,10	87,22	87,18

C'est là un nouveau mode de préparation de cet hydrate, qui a été obtenu par Ebelmen par l'oxydation lente de l'hydrate violet d'uranium, résultant de la décomposition des solutions aqueuses d'oxalate uranique sous l'influence de la lumière solaire. D'après Œchsner de Coninck ([1]), il se produirait aussi, lorsqu'on fait réagir l'eau oxygénée tiède sur l'oxyde uraneux UO^2. On sait que cet hydrate perd une molécule d'eau à 100°. Nous avons constaté que cette déshydratation s'effectue même au sein de l'eau bouillante, en donnant l'acide uranique de couleur jaune plus foncée (U^3O^8 pour 100 : 92,19).

On peut dégager de l'ensemble de ces faits les conclusions suivantes :

L'anhydride uranique, préparé par les méthodes habituelles, retient toujours de l'eau et de l'azote. Pour l'obtenir pur, il est nécessaire de le chauffer assez longtemps à 500° dans un courant d'oxygène. Ce corps possède la propriété de se transformer directement au contact de l'eau pour donner l'acide uranique $UO^2(OH)^2$.

La solution concentrée de nitrate uranique dissout notablement l'acide uranique. Par l'évaporation à 100°, elle donne un résidu qui, épuisé par l'éther, est de l'acide uranique cristallisé. Si l'évaporation est faite dans le vide sulfurique à la température ordinaire, la reprise par l'éther fournit

---

([1]) Œchsner de Coninck, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 63.

l'hydrate d'acide uranique $UO^2(OH)^2H^2O$. Le fait que ce dernier composé se transforme au sein de l'eau bouillante en acide uranique, précise les conditions de stabilité relatives de l'acide uranique et de son hydrate.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le gaz des boues des fosses septiques.* Note de M. L. Cavel, présentée par M. Haller.

Les boues des fosses septiques, dans le traitement biologique des eaux d'égout, sont embarrassantes, et leur accumulation dans les usines d'épuration présente, au point de vue de l'hygiène, de sérieux inconvénients qu'on doit éviter.

En distillant, après dessiccation jusqu'à poids constant, des boues provenant des fosses septiques du Mont-Mesly, appartenant au département de la Seine, j'ai obtenu un gaz ayant la composition suivante, et qui me paraît présenter un certain intérêt.

La distillation s'est opérée dans une cornue de grès au four à réverbère, à la température du rouge vif.

Les volumes sont exprimés à la température de 0° C., sous la pression de 760^{mm} de mercure :

Hydrogène sulfuré H^2S	15,55
Acide carbonique CO^2	2,53
Oxygène O	3,54
Hydrocarbures C^nH^{2n}	0,56
Oxyde de carbone CO	27,43
Méthane CH^4	24,48
Hydrogène H	9,60
Azote et non dosé	16,31
	100,00

La composition de ce gaz permet de prévoir qu'il est capable de fournir 3500^{cal} environ au mètre cube, énergie calorifique qui lui ferait trouver un emploi avantageux dans les usines d'épuration, en l'utilisant comme force motrice, à la condition d'éliminer l'hydrogène sulfuré, qui est nuisible pour les différents organes des moteurs.

En effet, si l'on songe qu'une usine de moyenne importance, comme

celle du Mont-Mesly [1], peut fournir plusieurs tonnes de boues sèches par 24 heures (300^g par mètre cube d'eau traitée), on est conduit à penser que, sauf les cas spéciaux, il sera avantageux de distiller les boues de fosses septiques, en vue de l'utilisation du gaz qu'elles sont susceptibles de fournir, en tenant compte, d'après les rendements que j'ai obtenus au laboratoire, que 100^g de boues sèches donnent 4^l, 23 de gaz (à 0°, sous 760^{mm}), soit 42$^{m^3}$,3 par tonne.

Le gaz des boues est peu éclairant et nous ne pensons pas qu'il y aurait avantage à le consommer directement pour l'éclairage.

Si l'on voulait l'utiliser dans ce but, il pourrait servir à porter des manchons à l'incandescence. Cette considération sera l'objet d'une étude ultérieure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers glycidiques de la β-naphtanone, l'aldéhyde naphtanoïque et la méthylnaphtanylcétone.* Note de MM. G. **Darzens** et H. **Leroux**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les naphtanones, ayant été obtenues par l'un de nous [2] à partir des naphtanols préparés par l'intermédiaire du nickel divisé, selon le procédé de MM. Sabatier et Senderens, nous avons eu l'idée d'utiliser ces corps pour étudier les premières aldéhydes et les premières cétones extracycliques de la série hydronaphtalénique.

A cet effet, nous avons employé la méthode de synthèse glycidique, fournissant ainsi une nouvelle preuve de sa haute généralité.

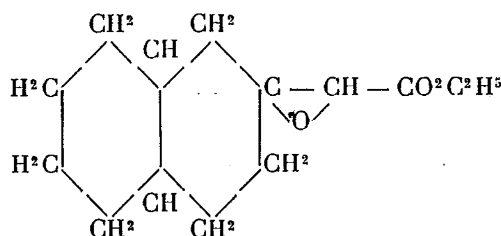
Nous ne nous occuperons, dans cette Note, que de la β-naphtanone; cette cétone, d'une préparation plus facile, était par suite tout indiquée pour aborder sans trop de difficulté l'étude de ces synthèses.

La condensation du chloracétate d'éthyle avec la β-naphtanone se fait très aisément et permet d'obtenir, avec des rendements qui atteignent

(1) L'usine départementale du Mont-Mesly épure actuellement 22000$^{m^3}$ d'eau d'égout par jour. Cette quantité sera portée à 100000$^{m^3}$ par jour dans un avenir très prochain (voir Rapport de M. Hétier, inspecteur général au Conseil général de la Seine, Session décembre 1911).

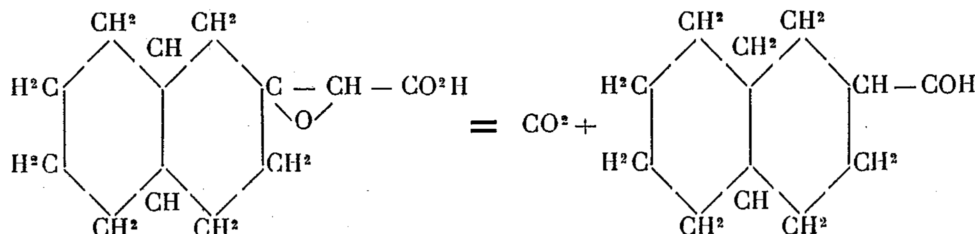
(2) *Comptes rendus*, t. 141, p. 46.

90 pour 100, un éther glycidique de formule



L'opération a été effectuée de la manière suivante : Dans un mélange bien refroidi de 30g de β-naphtanone, 24g,5 de chloracétate d'éthyle et 60g d'éther anhydre, on ajoute lentement de l'éthylate de sodium sec préparé en dissolvant 4g,8 de sodium dans 100g d'alcool absolu et distillant l'excès d'alcool, d'abord à la pression ordinaire, puis dans le vide à 180°. On abandonne ensuite le mélange pendant 15 jours à la température du laboratoire, puis on le traite par les méthodes habituelles.

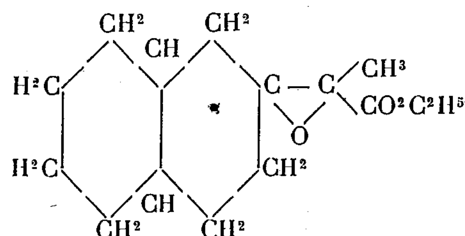
Cet éther glycidique constitue un liquide incolore, légèrement visqueux, d'odeur fruitée, distillant à 148°-150° sous 4mm. Comme tous les composés de ce genre, il est très facilement saponifiable par la soude ou la potasse ; il donne alors naissance à un acide liquide très visqueux qui n'a pu être obtenu cristallisé, et qui, distillé dans un vide partiel, se décompose nettement en acide carbonique et aldéhyde β-naphtanoïque :



Cette nouvelle aldéhyde est un liquide incolore, mobile, d'une odeur aromatique légèrement camphrée. Elle distille à 95°-96° sous 3mm ; sa semicarbazone fond à 178°-179°. Elle s'oxyde assez facilement à l'air et, sous ce rapport, se rapproche de l'aldéhyde benzoïque. Le peu de substance dont nous disposions ne nous a pas permis de poursuivre plus loin l'étude de cette aldéhyde, ni de préparer, comme nous nous le proposions, l'acide correspondant.

La condensation de la β-naphtanone avec l'α-chlorpropionate d'éthyle, réalisée dans des conditions identiques, nous a conduit à l'éther glycidique

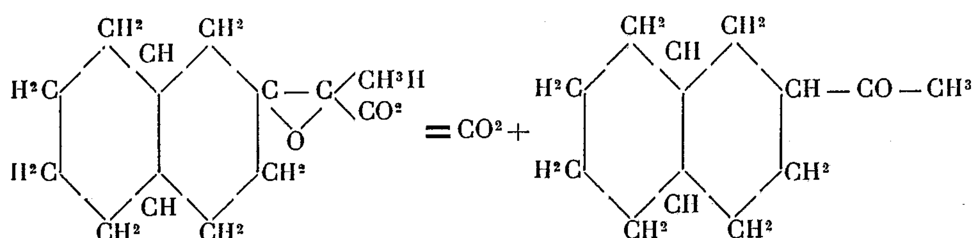
α-méthylé, homologue de formule



Cet éther forme un liquide incolore, peu mobile, distillant à 155°-156° sous 4^{mm}.

L'acide correspondant, obtenu par saponification alcaline, est solide et bien cristallisé. Il est très peu soluble dans l'alcool et l'éther. Purifié par cristallisation dans ce dernier solvant, il se présente en fines aiguilles fondant à 149°-150°.

La décomposition par distillation est beaucoup plus difficile que pour l'acide du premier éther glycidique; elle nous a permis toutefois de préparer la méthyl-β-naphtanylcétone, conformément à l'équation

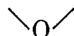


Cette nouvelle cétone est un liquide assez mobile, d'odeur aromatique camphrée, très semblable à celle de l'aldéhyde. Elle distille à 94°-95° sous 3^{mm}; sa semi-carbazone fond à 240°-241° en se décomposant.

Nous nous proposons de continuer ces recherches en les complétant et en les étendant aux dérivés α substitués de la série du décahydronaphtalène.

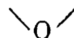
CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux colorants azoïques de l'oxyde de diphénylène-amine.* Note de M. A. MAILHE, présentée par M. Charles Moureu.

L'oxyde de diphénylène mononitré peut être préparé en très grande quantité par nitration directe, dans l'acide acétique, de l'oxyde de diphénylène $C^6H^4-C^6H^4$, obtenu si aisément par Sabatier et Mailhe à l'aide

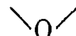


de la thorine, dont ils ont les premiers fait connaître la précieuse activité catalytique.

La réduction de ce dérivé mononitré, effectuée à l'aide du fer et de l'acide acétique, est toujours très laborieuse. La majeure partie du dérivé nitré n'est pas transformée. Par contre, l'emploi du fer et de l'acide chlorhydrique conduit à un bon rendement en amine $C^6H^4-C^6H^3NH^2$. Le chlorhydrate



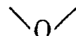
de cette amine se diazote aisément, et le diazo obtenu se conserve dans la glace pendant plusieurs heures. Comme le diazo de l'oxyde de phénylamine, il réagit très aisément sur les amines et les phénols pour donner des azoïques. Jusqu'à ce jour, un seul azoïque de cette série était connu; c'est l'oxyde de diphénylène azo phénol, $C^6H^4-C^6H^3N=NC^6H^4OH$, préparé



par Borsche et Bothe (¹).

1° *Azoïques des amines :*

L'aniline se copule très aisément avec l'oxyde de diphénylène amine, en donnant des cristaux jaunes, fondant à 93°. C'est l'azo $C^6H^4-C^6H^3N=NC^6H^4NH^2$. Il est très



soluble dans l'alcool et soluble en rouge carmin dans les acides. Cette coloration n'est pas détruite par l'eau. En milieu acide, il teint la soie en jaune d'or, résistant au savon.

La métatoluidine fournit des cristaux jaune brun, solubles en jaune dans l'alcool. Les acides chlorhydrique et sulfurique font passer l'azo du jaune au rouge. Par dilution avec l'eau, la solution rouge redevient jaune.

La diméthylaniline conduit à l'azoïque $C^6H^4-C^6H^3N=N.C^6H^4N(CH^3)^2$, formé



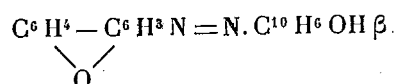
(¹) BORSCHE et BOTHE, *Deut. chem. Gesell.*, t. XLI, p. 1942.

de cristaux jaune verdâtre, fondant à 71°. Il teint la soie en jaune verdâtre, et la laine en jaune peu brillant.

La diphénylamine forme avec l'azooxydiphénylène des cristaux jaunes, très solubles dans l'alcool, et se colorant en bleu intense par addition d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique.

Les deux naphtylamines α et β produisent instantanément un abondant dépôt d'un azoïque, constitué, pour l'α, par une poudre noire fondant à 67°, et, pour la naphtylamine β, par une poudre rouge. Leur solution dans l'alcool est jaune et passe au bleu par addition d'un acide fort.

2° *Azoïques des phénols et de leurs dérivés.* — La copulation des phénols avec l'oxyde de diphénylène-amine se fait d'une manière régulière et conduit à des diazoïques qui n'avaient jamais été préparés, exception faite pour le phénol ordinaire. Ce dernier fournit des cristaux brun-jaune, fondant à 138°, solubles en jaune dans HCl. Le naphtol β conduit à une poudre brune, fondant à 95°, de composition



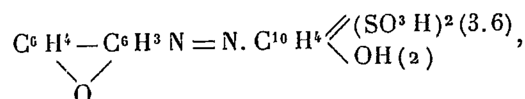
$$C^6H^4 - C^6H^3N = N.C^{10}H^6OH\,\beta.$$

Le sel Cr, en solution alcaline, se copule avec le diazo-oxydiphénylène en fournissant un liquide rouge qui, après acidification et addition de chlorure de sodium, abandonne un azoïque rouge, de composition $C^6H^4 - C^6H^3N = N.C^{10}H^4 \begin{cases}(SO^3H)^2 (6.8) \\ OH, \beta\end{cases}$ (avec O reliant les deux noyaux C^6H^4 et C^6H^3).

Il est soluble en rouge dans l'alcool, contrairement à l'azo correspondant obtenu avec le chlorure de diazobenzène, qui se dissout dans l'alcool en jaune orangé, et sa solution présente un spectre d'absorption différent de l'orangé Cr.

Avec l'acide crocéique, on obtient l'azo $C^6H^4 - C^6H^3N = N.C^{10}H^5 \begin{cases}SO^3H (8) \\ OH (2)\end{cases}$ (avec O reliant les deux noyaux), formé par des cristaux rouge orangé, tirant sur soie, en milieu acide, en jaune orangé solide.

Enfin l'acide R conduit à un colorant rouge écarlate



$$C^6H^4 - C^6H^3N = N.C^{10}H^4 \begin{cases}(SO^3H)^2 (3.6) \\ OH (2)\end{cases},$$

de toute beauté. Il teint directement la soie en milieu acide en rouge vif.

L'addition d'acide sulfurique fait virer la solution du colorant en rouge carmin. Son spectre d'absorption est particulièrement remarquable. Toutes les radiations supérieures à $0^{\mu},580$ sont absorbées par ce colorant.

L'acide salicylique fournit, par copulation avec l'amine de l'oxyde de diphénylène, des cristaux jaunes, solubles en rouge orangé dans les acides forts. A la manière des colorants correspondants obtenus avec le chlorure de diazobenzène, il tire sur mordant de chrome en jaune orangé.

On voit que l'oxyde de diphénylène-amine peut fournir, comme l'oxyde de phénylamine, des colorants azoïques, qui se distinguent des colorants correspondants de l'aniline par un ton plus vif et un spectre d'absorption différent.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la distribution des bases minérales chez l'Orge, au cours de l'évolution de ce végétal.* Note de M. G. **André**, présentée par M. A. Gautier.

J'ai montré (¹) que, pendant l'évolution de l'Orge, le poids des éléments *acides*, azote, phosphore, soufre, suit une marche ascendante et présente un maximum à l'époque de la maturité. Si l'on passe à l'examen des bases, on remarque que celles qui sont insolubles (chaux, magnésie) se distinguent de celles qui sont solubles (potasse, soude), par ce fait que ces dernières s'éliminent peu à peu hors de la plante, à partir du début de la floraison, tandis que le poids des premières va sans cesse en augmentant jusqu'à l'époque de la maturité complète. Lorsque celle-ci est dépassée (2 août), les bases insolubles subissent à leur tour un déchet.

Dans 100 *pieds d'Orge.*

	Poids de la matière séchée à 110°.	CaO.	MgO.	K^2O.	Na^2O.
	I. 10 juin 1911. *Épis apparents.*				
Racines	51,6 g	0,232 g	0,134 g	0,206 g	0,185 g
Tiges et feuilles	558,3	3,517	1,451	9,435	3,684
Total	609,9	3,749	1,585	9,641	3,869
	II. 23 juin. *Début de la floraison.*				
Racines	50,9	0,045	0,106	0,366	0,122
Tiges et feuilles	884,6	4,423	1,946	10,438	2,830
Total	935,5	4,468	2,052	10,804	2,952
	III. 7 juillet. *Début de la maturation.*				
Racines	37,9	0,079	0,064	0,231	0,098
Tiges et feuilles	574,8	3,736	1,161	5,862	1,609
Épis	427,6	0,769	1,069	3,762	0,085
Total	1040,3	4,584	2,294	9,855	1,792

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1627.

	Poids de la matière séchée à 110°.	CaO.	MgO.	K^2O.	Na^2O.
	IV. 20 juillet. *Maturité complète.*				
	g	g	g	g	g
Racines...........	39,2	0,062	0,066	0,258	0,094
Tiges et feuilles....	449,0	4,041	1,257	4,579	1,616
Épis..............	628,0	0,879	1,193	4,069	0,238
Total.......	1116,2	4,982	2,516	8,906	1,948
	V. 2 août. *Maturité dépassée.*				
Racines...........	32,08	0,224	0,045	0,076	0,040
Tiges et feuilles....	390,5	2,928	0,898	3,163	1,210
Épis..............	569,5	0,740	1,309	3,417	0,039
Total.......	992,08	3,892	2,252	6,656	1,289

I. L'examen des chiffres de ce Tableau permet de formuler les conclusions suivantes : Le poids maximum de la potasse coïncide avec le début de la floraison (23 juin). A partir de cette date, la potasse diminue dans la plante totale. Au moment de la maturité complète, les épis en renferment le poids maximum, mais une proportion de 17,6 pour 100 de cet alcali a quitté le végétal. Ceci est conforme aux expériences de Joulie ([1]) sur l'Orge. Cet auteur a trouvé que, entre la floraison et la maturité, il y avait, *en moyenne*, élimination de 19,5 pour 100 de cette base. Wilfarth, Römer et Wimmer ([2]), dans leurs essais sur l'Orge, semée en plein champ, ont indiqué une élimination beaucoup plus notable. Dans les expériences qu'ils ont exécutées dans des vases remplis de sable auxquels on distribuait, indépendamment des autres éléments indispensables, des doses variées de potasse, les auteurs précités ont observé ce fait, assez inattendu, que la quantité de potasse, qui fait retour au sol, diminue à mesure qu'augmente la dose d'alcali fournie à la plante.

Notons que, dans l'expérience actuelle, entre le 7 et le 20 juillet 1911, il ne s'est pas produit de chute de pluie : ce qui exclut toute perte par lavage des organes aériens. Il s'agit donc ici, très vraisemblablement, d'un retour de la base vers le sol, conformément à l'opinion émise par plusieurs physiologistes. Mais il reste à connaître *sous quel état* la potasse revient ainsi

([1]) *Monit. scient.*, 4e série, t. VIII, 1894, p. 641, 731, 807, 886.
([2]) *Die landwirth. Versuchs-Stationen*, 1906, p. 63.

à la terre. Il est peu probable que ce retour ait lieu sous forme de bicarbonate ou de silicate, comme le pense Joulie ; ces deux sels étant fortement alcalins ne sauraient se rencontrer dans le végétal. Mieux vaudrait admettre que la potasse est combinée à quelque acide organique (malique, citrique), ainsi que la chose a déjà été indiquée par quelques auteurs. Ce retour direct de la potasse dans le sol par les racines n'exclurait pas la possibilité d'un départ de cette base dans les liquides provenant de la *sudation* des feuilles ; cependant la concentration de pareils liquides est faible et rien n'autorise à croire actuellement que ce soit là une voie importante d'excrétion.

Le poids maximum de la *soude* se rencontre dès la première prise d'échantillon. Entre le 10 juin et le 20 juillet, cette base s'élimine dans la proportion de 49,7 pour 100, et de 66,7 pour 100 entre le 10 juin et le 2 août. On conçoit que le départ de la soude soit beaucoup plus complet que celui de la potasse, puisque la soude ne joue qu'un rôle secondaire dans les phénomènes de nutrition végétale.

II. Ainsi potasse et soude s'éliminent peu à peu, bien que dans des proportions très inégales, car la plante conserve toujours un poids de potasse très supérieur à celui de la soude. Joulie, dans ses expériences sur les céréales, a constaté, en outre, dans plusieurs cas une perte de chaux et de magnésie entre la floraison et la maturité : tantôt cette perte avait lieu avec augmentation, soit de l'azote, soit de l'acide phosphorique, soit de l'acide sulfurique, tantôt il y avait diminution concomitante de ces trois dernières substances. En présence de pareilles irrégularités, il est difficile de concevoir sous quelle forme la chaux et le magnésie ont fait retour au sol.

En résumé, dans les conditions expérimentales où je me suis placé, l'Orge n'a perdu par excrétion, au cours de sa végétation jusqu'à l'époque de la maturité complète, ni azote, ni phosphore, ni soufre, ni chaux, ni magnésie. La potasse et la soude ont, au contraire, subi des pertes notables, de façon à présenter, chez le végétal parvenu à maturité, un poids plus faible qu'aux époques antérieures.

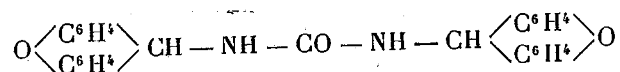
CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la production d'urée par hydrolyse des albuminoïdes.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. Roux.

D'après le rapport des gaz carbonique et ammoniac, engendrés par l'action de la baryte sur les protéiques, Schützenberger, sans isoler de

l'urée, a admis que ces substances sont des uréides. Une éclatante confirmation a été donnée à cette conception par l'école allemande : l'arginine, produit constant de l'hydrolyse acide des albuminoïdes, se dédouble en effet, sous l'influence des alcalis, en urée et ornithine.

1. Il est facile de réaliser la *dégradation immédiate* des albuminoïdes en urée.

5g d'ovalbumine, pure (¹), coagulée et le même poids de potasse en solution dans 50^{cm^3} d'eau sont maintenus à l'ébullition au reflux durant 20 minutes. La solution est traitée par 70^{cm^3} d'acide acétique, puis par 20^{cm^3} de solution alcoolique de xanthydrol à $\frac{1}{20}$. L'analyse complète du précipité recristallisé lui assigne la formule de l'urée dixanthylée



$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH-NH-CO-NH-CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

Le même résultat a été obtenu avec la *sérum-albumine*, la *fibrine*, la *caséine*, la *gélatine*, la *peptone de Witte*.

2. La *baryte*, les *carbonates de potassium et de sodium* se comportent en solution à l'ébullition comme la potasse et la soude, mais avec plus de lenteur. *A la température ordinaire*, *les alcalis caustiques* dégradent *lentement* les protéiques en urée. Cette transformation peut être obtenue encore, même par *la chaux caustique pure* [2] en suspension dans l'eau après 5 heures d'ébullition [3]. A 100°, avec l'eau pure ou additionnée d'acide acétique, le résultat est négatif.

3. Afin de déterminer l'influence de la durée du chauffage sur la quantité d'urée formée par un poids donné de gélatine et de potasse, nous avons institué deux séries d'expériences.

Dans l'une, 50g de solution de gélatine et de potasse à $\frac{1}{10}$, préparée à froid, ont été chauffés à l'ébullition au reflux durant des temps variables.

Dans l'autre on a placé, pendant des intervalles de temps croissants, dans un bain d'eau réglé à + 98°, 10g de liqueur titrée contenant $\frac{1}{10}$ de gélatine et $\frac{1}{20}$ de potasse.

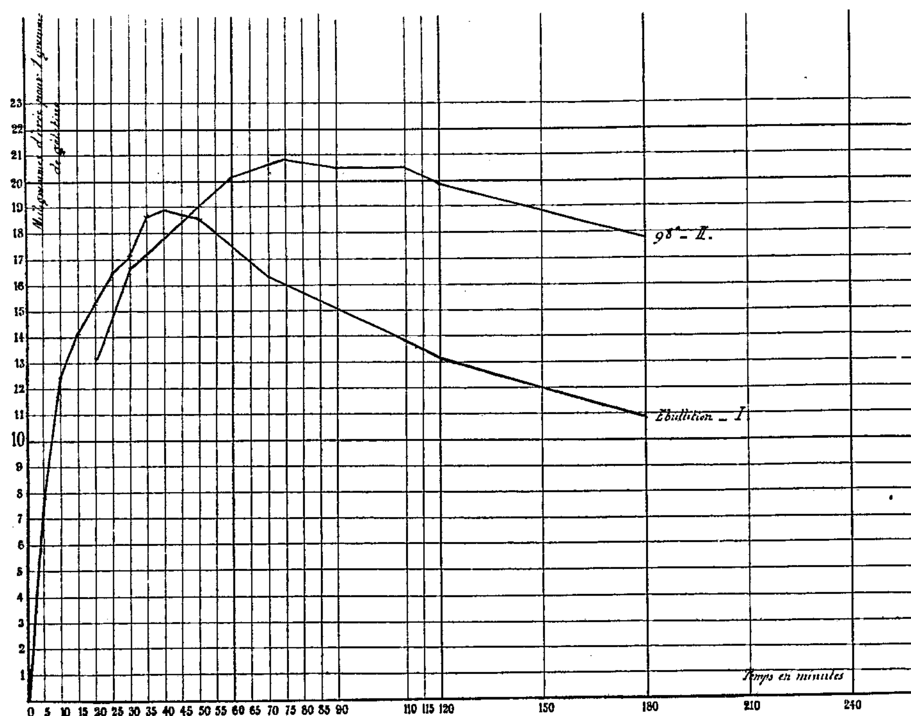
---

(1) Obtenue d'après le procédé indiqué dans le *Guide pour les manipulations de chimie biologique* de Gab. Bertrand et P. Thomas.

(2) Préparée, par calcination dans du platine, du carbonate de chaux pur précipité, lavé à l'eau bouillante.

(3) L'expérience a été faite avec la peptone de Witte. L'examen de deux peptones médicinales nous a conduit à y déceler la présence d'une trace d'urée.

Les courbes qui figurent ici résument les résultats obtenus, rapportés à 1g de gélatine, l'urée étant évaluée en milligrammes et le temps en minutes.



Conclusions. — L'urée prend directement naissance aux dépens des albuminoïdes par simple hydrolyse, sous l'influence de la potasse, de la soude, des carbonates de potassium et de sodium et aussi de la chaux, mais avec une lenteur beaucoup plus grande. A l'ébullition, l'eau pure ou acétifiée est impuissante à provoquer cette réaction. La quantité d'urée, produite par une solution titrée bouillante de gélatine et de potasse, augmente d'abord très rapidement, atteint un maximum et décroît ensuite avec une extrême lenteur.

L'urée obtenue dans la première phase du phénomène résulte donc de deux actions de sens opposés et de vitesses très inégales, provoquées par une même cause, l'hydrolyse, s'exerçant sur deux substances de résistances très inégales : un dérivé guanidique (la molécule protéique) et l'urée.

Tandis que la réaction génératrice de l'urée a terminé sa tâche en 40 minutes environ (1), la réaction destructive ne réussit pas, même après 3 heures, à accomplir la moitié de la sienne.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Les maladies des animaux préhistoriques. La spondylite déformante chez l'Ours des cavernes (Ursus spelœus* Bl. J.). Note de M. **Marcel Baudouin**.

On sait que l'Ours des cavernes (*Ursus spelœus* Bl.) ou *Grand Ours à front bombé*, qui est une espèce fossile à jamais éteinte quoique datant seulement du Quaternaire ancien, mais que cependant nous connaissons bien parce que l'homme de la *pierre taillée* a gravé sur os son image, peut présenter des lésions d'*ostéo-arthrite chronique*, comme l'ont prouvé les ossements retirés, il y a près de 50 ans, de la célèbre caverne de l'Herm (Ariège).

Ayant étudié antérieurement la localisation de cette maladie à la colonne vertébrale chez l'homme de la période de la *pierre polie* [1], j'ai eu l'idée de répéter, à titre de comparaison, cet examen en ce qui concerne les vertèbres malades d'Ours des cavernes, que j'avais vues jadis au musée de Toulouse. Les huit vertèbres pathologiques de cette collection m'ayant été aimablement confiées par le M. le professeur E. Cartailhac, j'ai pu déterminer, comme je l'avais fait antérieurement pour l'homme néolithique et moderne [2], la nature des lésions qu'on observe au niveau des trois régions de la colonne rachidienne, en opérant sur une vertèbre cervicale, trois dorsales et quatre lombaires.

La maladie varie d'aspect au cou, au thorax et aux lombes, comme chez l'homme. Mais, s'il y a des analogies frappantes, il y a aussi des différences très curieuses, sur lesquelles il y a lieu de s'appesantir.

Au cou, les ostéophytes semblent limités au *corps* de la vertèbre, partent de sa face postérieure, au niveau du bord inférieur, et se développent surtout, d'avant en arrière, sur la ligne médiane. Or, dans l'espèce humaine, il n'en est pas ainsi, car, là, ce sont les apophyses articulaires de l'arc neural qui sont d'ordinaire prises les premières.

Au dos, les lésions ont les mêmes caractéristiques qu'au cou. Elles débutent de même façon, mais elles paraissent localisées aux parties latérales du bord inférieur de la face postérieure du *corps* vertébral; la ligne médiane n'est pas envahie sur les os observés, et c'est surtout le côté *droit* qui est atteint. Or, chez l'homme, la maladie

---

(1) Marcel Baudouin, *La spondylite déformante chez l'homme de la pierre polie* (*Comptes rendus*, séance du 20 mai 1912 : Présentation de M. J. Lucas-Championnière).

(2) Marcel Baudouin, *La spondylite déformante chez l'homme et chez les animaux préhistoriques* (*Arch. prov. de Chirurgie*, *Paris*, t. XX, mai 1912, p. 274-321).

est analogue, quoiqu'elle ne débute pas d'ordinaire, comme chez l'ours, par les vertèbres thoraciques *centrales*, mais par celles de la base du dos.

Aux lombes, les ostéophytes sont plus considérables. Partant aussi du bord inférieur de la face articulaire postérieure du *corps*, ils remontent à droite et en avant, mais sont plus marqués au niveau de la ligne médiane. Ils atteignent ainsi le bord correspondant de la vertèbre située au-dessus. De la sorte, grâce à ces jetées osseuses, qui constituent de véritables *ponts d'os* entre les corps des lombaires, ils *ankylosent* l'articulation intervertébrale, sans toutefois les souder au niveau des disques intervertébraux. De plus, la lésion est très marquée sur *l'arc neural* et surtout au niveau des *apophyses articulaires*, qui sont hypertrophiées et réellement soudées entre elles.

Cette *ankylose* postérieure, en cette région, est tout à fait caractéristique des quadrupèdes, car elle ne s'observe pas chez le bipède humain. Elle reproduit la lésion cervicale habituelle de l'espèce *Homo* : ce qui tient à ce que les lombes de l'Ours sont aussi mobiles, par rapport à l'axe vertical du corps de l'animal, que le cou de l'homme par rapport au thorax.

En somme, les localisations de la maladie chez l'Ours des cavernes diffèrent essentiellement de celles observées chez le bipède; et cela est dû à la nature des *mouvements du rachis*, qui sont variables suivant l'attitude de l'animal. Les analogies tiennent, bien entendu, à ce que le substratum *anatomique* et la *cause* de la maladie sont les mêmes; celle-ci se manifeste de la même façon dans tous les cas, sous forme de ligamentite, de périarthrite, d'arthrite et d'ostéite hypertrophiante, pouvant aboutir à l'ankylose osseuse totale : ce qui prouve que la pathologie osseuse a désormais une histoire qui atteint presque la fin de l'époque tertiaire!

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'injection intra-veineuse du vibrion cholérique vivant.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **A. Conor** et **E. Conseil**, présentée par M. Roux.

I. L'inoculation de *microbes vivants* confère une immunité comparable à celle qui suit la maladie naturelle. La haute efficacité des méthodes de vaccinations pasteuriennes (charbon, rage, etc.) tient à ce que l'atténuation de la virulence des microbes laisse intact leur vitalité. L'emploi des microbes vivants, dans la pratique des vaccinations préventives, se recommande donc toutes les fois que leur inoculation peut être réalisée sans danger.

Il est évident, puisque les microbes vivants réalisent le facteur le plus apte à assurer la réaction d'immunité, que tout ce qui les accompagne dans

la culture : cadavres microbiens, substances composant le bouillon, produits de la vie des microbes, constituent (sauf le cas de certaines toxines solubles) des éléments inutiles ou dangereux. La séparation des microbes vivants et de ces produits s'impose donc.

Il paraît d'autre part certain que le déversement dans le torrent circulatoire d'une émulsion très étendue de microbes, en séparant ceux-ci à l'état d'individus isolés et en les portant rapidement au contact des cellules phagocytaires, permettra leur destruction plus précoce et plus sûre.

Ces diverses conditions : emploi de microbes vivants, bien lavés, et leur inoculation dans les veines de l'homme, sous forme d'émulsions étendues, sont des plus simples à réaliser en pratique.

II. Le choléra offre l'exemple d'une maladie dont l'agent pathogène reste localisé dans une cavité close, l'intestin, sans tendance à l'envahissement de la circulation sanguine et des organes. L'injection intra-veineuse de vibrions, qui place ces microbes en dehors de leur habitat électif, paraît donc exempte de danger. Elle l'est, en effet, sous les conditions de nos expériences. Non seulement les personnes ainsi traitées ne contractent pas le choléra, mais on ne constate jamais le passage des vibrions dans leurs selles. Ce procédé, en outre, leur confère-t-il l'immunité?

III. *En pratique*, nous nous servons de cultures de 20 heures sur agar (vibrion 739-Gabès) émulsionnées, après épuisement du liquide de condensation, dans l'eau salée à 8 pour 1000 et tiède. L'émulsion est centrifugée un temps court, de façon à amener le dépôt des amas et cadavres microbiens ; le liquide trouble qui surnage, recueilli, est soumis à une nouvelle centrifugation prolongée ; on sépare ensuite le culot constitué par les microbes vivants utilisables du liquide contenant les produits du bouillon et l'on dilue ce dépôt dans une nouvelle provision d'eau salée ; une dernière centrifugation élimine les amas qui auraient pu se produire. L'émulsion, très homogène, obtenue est ensuite étendue de façon à donner à l'œil le même trouble qu'une émulsion de bacilles typhiques destinée au sérodiagnostic. Une goutte ($\frac{1}{35}$ de centimètre cube) de cette émulsion représente environ 400 000 vibrions vivants.

Notre méthode comporte *deux inoculations*, à 10 à 15 jours d'intervalle : la première *d'une goutte*, la seconde de *six gouttes* de cette préparation, qu'on dilue chaque fois *dans* 50^{cm^3} *d'eau salée* à 8 pour 1000.

Pour les enfants de 10 à 15 ans, la dose est moindre de moitié. L'inoculation doit être faite lentement ; elle demande environ 5 minutes par personne.

IV. Nous avons essayé notre méthode sur 36 *sujets* de bonne volonté, appartenant pour la plupart aux services de l'Institut Pasteur, des hôpitaux et du bureau d'hygiène de Tunis (hommes, femmes, enfants au-dessus de 10 ans).

L'effet des inoculations, que nous pratiquions vers 5h du soir, peut être nul; généralement, après 2 heures, le vacciné éprouve une sensation de froid suivie de sueurs, quelque chose comme un accès de paludisme en miniature, le thermomètre peut alors atteindre 38°, même 39°; cette crise dure 1 à 2 heures environ; puis le sujet s'endort et, le lendemain, il se réveille bien portant; deux personnes seulement ont accusé un malaise plus grand. *Jamais nous n'avons noté de diarrhée; les selles, examinées à plusieurs reprises, n'ont jamais montré de vibrions.*

V. Pour juger de l'*efficacité de la méthode*, nous avons recherché :

1° *La production d'anticorps.* — Exemples : *Sujet* 5 = pouvoir bactéricide : avant la première inoculation, 20; 10 jours après, plus de 100; 89 jours après la seconde, plus de 100000; aux mêmes dates : pouvoirs bactériolytiques, 0, 5, 20, et agglutinant, 0, 50, 500. — *Sujet* 8 = pouvoir bactéricide avant la première inoculation, 0; 10 jours après 1000; 47, puis 83 jours après la seconde, 10000 et plus de 100000; aux mêmes dates: pouvoirs bactériolytique, 0, 10, 20, 30, et agglutinant 0, 300, 500, 800. — *Sujet* 22 = pouvoir bactéricide normal, 0; 28 jours, puis 64 jours après la seconde inoculation, 1000 et plus de 100000; aux mêmes dates : pouvoirs bactériolytique, 0, 20, 30, et agglutinant, 0, 500, 300.

2° *L'immunisation.* — Trois vaccinés ont subi : le premier, 11 jours après la deuxième inoculation, l'ingestion de deux selles cholériques et d'une culture de vibrions provenant d'une de ces selles; le second et le troisième, 10 et 12 jours après la deuxième inoculation, l'ingestion de neuf tubes de cultures de 24 heures de vibrions récemment isolés. Aucun n'a présenté le moindre symptôme; des examens répétés des selles n'ont pas permis d'y déceler la présence de vibrions.

Nous ne prétendons tirer aucune conclusion de cette épreuve sur trois personnes seulement, mais nous pensons qu'il est intéressant de la faire connaître.

VI. *La même méthode*, sous quelques différences de détail, *paraît d'une application générale*. Témoin l'observation suivante d'un vacciné contre la dysenterie (n° 2) :

Pouvoir bactéricide normal inconnu (témoin, pouvoir nul); le jour de la deuxième inoculation, plus de 1000; 10 jours plus tard, supérieur à 10000; aux mêmes dates : pouvoirs bactériolytique, 5 et 10; agglutinant, 50 et 100. Ce malade, 10 jours après la seconde inoculation, ingère deux cultures de bacille dysentérique de virulence assez faible; on n'observe à la suite ni diarrhée, ni présence dans les selles du bacille spécifique.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés biochimiques du* Bacillus aminophilus intestinalis. Note de MM. **Albert Berthelot** et **D.-M. Bertrand**, présentée par M. Roux.

Ainsi que nous l'avons montré dans une récente Note ([1]), nous sommes parvenus à isoler, des matières fécales humaines, une variété de Pneumobacille pour laquelle nous avons proposé le nom de *Bacillus aminophilus intestinalis*. Cette bactérie partage avec le *B. pneumoniæ* et le *B. lactis aerogenes*, la propriété d'attaquer énergiquement un grand nombre de sucres. Lorsqu'elle fait fermenter le glucose, elle donne comme le second de ces microbes des acides lactique, acétique, succinique, une faible quantité d'alcool éthylique, des traces d'acide formique et d'acétylméthylcarbinol. Il réduit les nitrates, mais ne réduit pas le rouge neutre. De même que le Pneumobacille et le *B. lactis*, il n'est pas protéolytique, mais il est peptolytique, il ne donne pas non plus d'indol et de phénol aux dépens du tryptophane et de la tyrosine. Cependant, il s'en distingue par une affinité toute spéciale pour un grand nombre de substances azotées organiques et, ainsi que nous l'avons constaté en le comparant à différents échantillons bien authentiques des deux microbes de Friedländer et d'Escherich, cette affinité est tellement marquée qu'elle justifie, plus que nous ne le pensious au début de nos recherches, le qualificatif d'*aminophile* que nous lui avons donné. Il nous faudra, d'ailleurs, essayer d'établir s'il n'est pas possible, par de nombreux passages dans des milieux appropriés, de faire acquérir au véritable Pneumobacille le caractère aminophile que possède la variété qui fait l'objet de cette étude.

Lorsqu'on ensemence ce microbe sur une solution nutritive contenant, pour 1^l d'eau, 2^g de PO^4K^2H, 1^g de SO^4Mg et des traces de $CaCl^2$, il se développe admirablement si on lui donne comme source de carbone et d'azote : KNO^3, $(NH^4)^2SO^4$ ou $(NH^4)NO^3$. Il croît de même fort bien dans un liquide nutritif où l'azote et le carbone lui sont fournis par le succinate d'ammonium.

Il se contente également, comme source unique de ces deux éléments, de glycocolle, de cystine, de tyrosine, de tryptophane, d'alanine, de leucine, d'histidine, d'acide glutamique, d'acide aspartique ou de phénylalanine. D'ailleurs, beaucoup d'autres substances que les aminoïques sont attaquées par le *B. aminophilus intestinalis;* c'est ainsi qu'en utilisant une cinquantaine de corps organiques azotés et en employant toujours comme aliments minéraux PO^4K^2H, SO^4Mg et $CaCl^2$, nous avons constaté que

([1]) A. Berthelot et D.-M. Bertrand, *Comptes rendus*, 10 juin 1911.

les substances suivantes sont capables de constituer pour ce microbe, les unes à la fois une source de carbone et d'azote, les autres une source d'azote quand le carbone leur est fourni par le glucose : oxamide, urée, uréthane, guanidine, créatine, asparagine, glucosamine; pipéridine, collidine; allantoïne, alloxane, caféine; morphine, quinine, pilocarpine, hordénine; éthylène-diamine, tétraméthylène-diamine, paraoxyphényléthylamine, imidazoléthylamine [1]; amygdaline; glyciltyrosine, pentaglycine, leucylglycine. Nous sommes persuadés d'ailleurs qu'il nous sera possible d'étendre cette liste.

Le fait qui avait primitivement attiré notre attention sur ce microbe était la propriété qu'il avait de donner une base très toxique, la β-imidazoléthylamine aux dépens de l'histidine. Nous avons pensé que cette faculté de décarboxyler cet acide aminé devait s'étendre à d'autres, aussi avons-nous étudié son action sur la tyrosine et le tryptophane. Nous avons constaté qu'aux dépens de ces deux aminoïques, il donne respectivement une des tyrosamines d'Armand Gautier, la *p*-oxyphényléthylamine et l'indoléthylamine.

D'autre part, nous avons vu que, s'il donne bien de l'imidazoléthylamine aux dépens de l'histidine, quand on lui fournit de l'azote sous forme de peptone pancréatique ou d'un mélange d'acides mono- et diaminés provenant de l'hydrolyse de la caséine, il n'en produit pas une quantité décelable lorsque l'aliment azoté surajouté est un sel minéral d'ammonium. Enfin, lorsqu'on donne comme seuls aliments au *B. aminophilus* de l'histidine et les sels minéraux habituels, rigoureusement exempts de nitrates, on ne trouve pas d'imidazoléthylamine dans les cultures, mais il nous a été possible de déceler la présence d'acide imidazolpropionique; nous continuerons d'ailleurs à rechercher les corps qui se forment aux dépens de l'histidine dans ces conditions très spéciales.

Des quelques faits que nous avons déjà pu observer, il résulte que le B. aminophile possède des propriétés saccharolytiques et un pouvoir acidaminolytique très marqués. Suivant la nature des éléments nutritifs qu'on met à sa disposition, en même temps qu'un amino-acide, il se montre, vis-à-vis de celui-ci, décarboxylant ou désaminant; il est vraisemblable, d'ailleurs, que, dans certains cas, la désamination et la décarboxylation doivent se manifester à la fois, notamment dans les cultures où l'acide aminé constitue le seul aliment azoté et carboné. Nous avons constaté de plus qu'il est capable de prendre à des molécules organiques très diverses, l'azote et le carbone qui lui sont nécessaires.

Les premiers résultats, que nous a fournis l'étude de ce microbe, nous engagent donc à poursuivre l'examen de ses caractères biochimiques si particuliers. Il sera intéressant, en effet, d'établir la nature des corps qui se

---

(1) Dans les cultures du B. aminophile en milieu peptoné additionné d'histidine, l'imidazoléthylamine formée ne disparaît pas sensiblement à mesure que la culture vieillit; la destruction de la ptomaïne se produit seulement quand celle-ci constitue le seul aliment azoté et carboné.

forment par son action sur les nombreuses substances organiques azotées convenant à son alimentation; il nous faudra même envisager les trois cas de milieux de cultures contenant, tantôt le composé organique comme seule source d'azote et de carbone, tantôt le même corps en présence d'une source supplémentaire de l'un de ces deux éléments.

L'étude des cultures devra naturellement être complétée par celle de l'action de grandes quantités de corps microbiens vivants ou morts sur les substances que le B. aminophile est capable d'attaquer.

En même temps que les recherches biochimiques que nous nous proposons d'entreprendre à l'aide du *B. aminophilus intestinalis*, nous comptons profiter de ce qu'il décarboxyle facilement les acides aminés dans des conditions de milieu très variées, pour essayer de compléter les quelques connaissances qu'on possède actuellement sur la formation des ptomaïnes intestinales et leur rôle dans l'organisme.

CHIRURGIE. — *Désinfection des mains par la teinture d'iode et décoloration par le bisulfite en chirurgie courante et d'urgence.* Note de M. **Taphanel**, présentée par M. Roux.

L'emploi de la teinture d'iode pour la désinfection des mains du chirurgien n'est guère répandu en raison de la coloration de la peau, difficile à faire disparaître.

Je propose de décolorer les mains ainsi traitées par une solution étendue de bisulfite de soude.

Cette action du bisulfite est bien connue, mais elle n'est guère utilisée jusqu'à présent en chirurgie. La solution de bisulfite fait déjà partie de l'arsenal chirurgical. Les résultats obtenus instantanément sont parfaits. 1° La peau est décolorée; 2° l'action antiseptique du bisulfite s'ajoute à celle de l'iode; 3° la sécrétion sudorale (qui d'ordinaire nécessite des lavages au cours de l'opération) est suspendue pendant un temps variant de 1 heure à 1 heure 30 minutes.

MÉDECINE. — *Immunisation antityphique de l'homme par voie intestinale.* Note de MM. **Jules Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. Bouchard.

Nous avons montré (¹) que l'introduction, dans le gros intestin de l'homme, de cultures de bacilles d'Eberth tuées à $+53°$, faisait apparaître, dans le sérum sanguin, les propriétés *agglutinante*, *bactériolytique* et *bactéricide;* les propriétés atteignent leur maximum environ 3 semaines après le premier lavement (3 lavements de 100^{cm^3} à 5 jours d'intervalle) et disparaissent vers le septième mois.

Nous avons administré à nouveau des lavements antityphiques à 4 de nos 7 vaccinés, au bout d'un an.

I. A 3 d'entre eux, nous avons donné 3 lavements de 100^{cm^3} à 4 ou 5 jours d'intervalle.

Observation I (de notre Mémoire du 2 mars 1912). — L..., 43 ans. Le 25 janvier 1912 : P. A. $= \frac{1}{5}$; P. bactériolytique $= \frac{1}{2}$; bactéricide $= \frac{1}{20}$; 3 lavements de 100^{cm^3} les 1er, 6 et 11 février 1912.

	12 février.	21 février.	7 mars.	19 mars.	4 avril.	25 avril.
P. A.	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{5}$
P. bactériolytique..	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{5}$
P. bactéricide......	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{50}$

Observation II. — B..., 35 ans. Le 31 janvier 1912, P. A. $= \frac{1}{5}$; P. bactériolytique $= \frac{1}{5}$; P. bactéricide $= \frac{1}{20}$; 3 lavements de 100^{cm^3} les 8, 12 et 16 février 1912.

	17 fév.	26 fév.	12 mars.	23 mars.	27 mars.	9 avril.	1er mai.
P. A.	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{5}$
P. bactériolytique..	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{5}$
P. bactéricide......	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{100}$

Observation IV. — R..., 19 ans. Le 4 avril 1912, P. A. $= \frac{1}{5}$; P. bactériolytique $= \frac{1}{2}$; P. bactéricide $= 0$; 3 lavements de 100^{cm^3} les 12, 17 et 22 avril 1912.

	22 avril.	3 mai.	14 mai.	25 mai.	13 juin.
P. A.	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{5}$
P. bactériolytique..	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{5}$
P. bactéricide......	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{20}$

(¹) J. Courmont et A. Rochaix, *Comptes rendus*, 20 mars, 10 avril, 27 novembre 1911. — *Presse médicale*, 3 juin 1911. — *Revue de Médecine*, octobre 1911. — *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 15 novembre 1911 et 2 mars 1912.

II. A la malade de l'observation VI (A..., 35 ans), nous n'avons donné qu'un seul lavement de 100$^{cm^3}$ le 4 mai 1912.

Le 22 avril, P. A. = $\frac{1}{5}$; P. bactériolytique = $\frac{1}{2}$; P. bactéricide = $\frac{1}{20}$.

	6 mai.	8 mai.	10 mai.	14 mai.	29 mai.
P. A............	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$
P. bactériolytique..	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$
P. bactéricide......	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{15}$

III. Conclusions. — 1° Les propriétés acquises du sérum des hommes ayant reçu, en lavements, 300$^{cm^3}$ de culture de bacilles d'Eberth tués à + 53° disparaissent vers le septième mois;

2° On les fait réapparaître, dans les mêmes conditions, avec de nouveaux lavements administrés au bout d'un an;

3° Elles semblent disparaître plus vite que la première fois;

4° Un seul lavement de 100$^{cm^3}$ suffit à faire apparaître ces propriétés (dès le deuxième jour), mais leur disparition est alors très rapide;

5° La dose de trois lavements de 100$^{cm^3}$ paraît la meilleure pour cette seconde vaccination comme pour la première.

MÉDECINE. — *Une source abondante de virus agalaxique pur.* Note de M. H. Carré, présentée par M. Roux.

On rencontre, dans l'étude expérimentale de bon nombre d'affections à virus filtrants non cultivables, *in vitro*, les plus grandes difficultés pour obtenir le virus à l'état pur sous une forme maniable, et en quantité assez grande pour permettre de tenter l'hyperimmunisation et d'obtenir un sérum spécifique.

La sécrétion de la mamelle agalaxique est parfois assez abondante, mais le liquide recueilli est le plus souvent, malgré les précautions prises, souillé de germes qui ont cultivé dans la mamelle ou qu'il emporte avec lui, à son passage dans le trayon.

Le produit de broyage des cornées lésées est, lui aussi, fatalement impur, à un plus haut degré encore que le liquide mammaire.

Enfin, si la sérosité articulaire peut être récoltée aseptiquement, sa quantité n'atteint que tout à fait exceptionnellement quelques centimètres cubes.

Étant donné que le virus agalaxique cultive localement dans l'orga-

nisme, avant sa généralisation, comme la clavelée, par exemple, nous avons pensé que le procédé utilisé par Borrel pour cette maladie, procédé qui consiste à créer expérimentalement un abondant exudat par l'injection de gluten-caséine dans la plèvre, serait susceptible de nous procurer le virus pur en grande quantité.

Le 3 février 1912, une brebis reçoit, dans la plèvre droite, un mélange de gluten-caséine et de virus agalaxique : elle est sacrifiée le 10. Sa plèvre renferme $2^{l},5$ de sérosité jaune verdâtre, un peu louche.

Nous fîmes ainsi plusieurs passages en utilisant le liquide pleural récolté sur l'animal précédent; à partir du troisième passage, nous avons contrôlé la virulence des exsudats en les injectant à doses variables et par des voies différentes.

1° Le 24 février 1912, on injecte dans la veine d'une brebis 15^{cm^3} du liquide pleural de troisième passage : le 10 mars, la cornée droite commence à se troubler; le 15, la lésion oculaire est à son maximum; le 17, l'animal boite du membre antérieur droit;

2° Le 9 avril, une chèvre reçoit dans le trayon gauche 1^{cm^3} de sérosité pleurale du cinquième passage : elle fait une mammite agalaxique;

3° Le 27 avril, un agneau de 2 mois reçoit sous la peau de la cuisse 1^{cm^3} de sérosité du septième passage. Le 5 mai, le membre antérieur gauche est soustrait à l'appui; à partir du 10, l'œil droit présente de la kératite;

4° Le 17 mai, une chèvre reçoit dans le trayon droit $\frac{1}{10}$ de centimètre cube du liquide pleural du neuvième passage : elle fait une mammite agalaxique;

5° Le 1er juin, deux agneaux de 3 mois reçoivent dans la peau $\frac{1}{10}$ de centimètre cube et $\frac{1}{5}$ de centimètre cube de sérosité du onzième passage.

L'un boite du membre postérieur droit le 13, et montre, le 14, de la kératite des deux yeux; l'autre, à partir du 15, présente également de la kératite des deux yeux.

Ces exemples suffisent à démontrer qu'une véritable culture du virus agalaxique s'opère dans l'exsudat pleural provoqué.

MÉDECINE. — *Hypotension externe et hypertension interne. Répercussion de l'action hypotensive de la d'Arsonvalisation appliquée localement à l'hypertension interne.* Note de M. A. **Moutier**, présentée par M. Dastre.

Lorsqu'il se produit, sous l'influence d'une cause générale, chez un être vivant, une vaso-constriction dans une région très vasculaire, comme la région abdominale, on observe fréquemment dans d'autres régions, à la

périphérie par exemple, une vaso-dilatation compensatrice. C'est le phénomène du *balancement circulatoire* (Dastre et Morat).

Or la *vaso-constriction* se traduit, pour le système artériel, par un état d'élasticité supérieure à la normale (dureté accrue), lequel correspond à ce que l'on appelle l'*hypertension* (1). De même la vaso-dilatation physiologique se traduit, pour le système artériel, par un état d'élasticité inférieure à la normale (état mou), lequel correspond à l'hypotension.

Ce fait important de l'interdépendance entre la vaso-dilatation externe et la vaso-constriction interne ou, au point de vue de l'élasticité artérielle, entre un état d'hypotension externe et un état d'hypertension interne, m'a conduit à rechercher si cette notion appliquée à l'homme ne pouvait pas expliquer certaines maladies et en suggérer le traitement et la guérison.

J'ai expliqué, dans des Communications antérieures, comment je pouvais exercer, à l'aide d'un petit solénoïde, la d'Arsonvalisation sur des portions limitées du corps humain. J'ai appliqué cette méthode thérapeutique dans les conditions suivantes : ayant examiné des malades atteints d'hypotension mesurée extérieurement à la radiale sur le système artériel périphérique et qui, toutefois, ne présentaient pas les caractères cliniques de malades atteints d'hypotension intégrale dans tout le système artériel, j'ai suspecté que l'hypotension mesurée n'était, en ces cas, entraînée que par une hypertension intérieure compensatrice. J'ai traité, en conséquence, cette hypertension supposée par la d'Arsonvalisation locale, appliquée à la région diaphragmatique. Après avoir placé, pendant une séance de 3 à 5 minutes, ces malades dans la cage locale, j'ai constaté que l'hypotension extérieure avait complètement disparu.

Cette expérience justifie donc l'induction logique qui l'a inspirée. Il en résulte qu'il existait bien une hypertension interne que l'action hypotensive de la d'Arsonvalisation a fait disparaître, comme elle le fait toujours dans le cas d'hypertension généralisée, appelé *artério-sclérose*, et que

---

(1) Ces vocables *hyper* et *hypotension* ont été adoptés parce qu'on a généralement attribué (à tort, comme je l'ai démontré dans ma Communication du 20 novembre 1911) ces états, non pas à l'élasticité de la paroi artérielle elle-même, accrue ou diminuée, mais à une plus grande pression manométrique du sang circulant à l'intérieur de l'artère. Nous continuerons, toutefois, à employer les expressions d'*hyper* et d'*hypotension*, mais en leur attribuant rigoureusement les significations nouvelles qu'elles comportent, à savoir de caractériser l'état d'élasticité de la paroi artérielle.

l'hypotension externe n'a disparu que par suite de l'interdépendance compensatrice entre les deux parties du système vaso-moteur.

Dans ma Note en date du 20 novembre 1911 (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1040) à l'Académie des Sciences, j'ai établi que l'artério-sclérose n'était qu'un état d'anomalies dans l'élasticité vivante des artères et que ces anomalies d'élasticité, qu'on devrait à proprement parler appeler *anélastoses*, pouvaient être soit générales, soit locales.

Je signale aujourd'hui un groupe intéressant de ces anélastoses locales où une anélastose dans une région du système artériel est couplée à une autre anélastose de sens contraire existant dans une autre région du corps et reliée à celle-ci par une interdépendance compensatrice. Il s'agissait ici d'une anélastose par amollissement constatée dans le système artériel périphérique compensatrice et interdépendante d'une anélastose par durcissement existant dans la région centrale du corps.

Je donnerai la preuve plus tard qu'il existe des maladies produites par la compensation inverse, c'est-à-dire des maladies où l'hypertension est externe et l'hypotension interne. D'autre part, nous savons qu'il existe des anélastoses localisées, comme la maladie de Raynaud par exemple, sans que nous soyons en mesure actuellement de révéler une anélastose interdépendante dans une autre région du corps; de même qu'il existe des anélastoses périphériques généralisées, usuellement appelées *artério-sclérose*, sans que nous soyons non plus en mesure de révéler une anélastose interdépendante dans une autre région du corps. Cette lacune sera peut-être comblée un jour, et alors la loi de l'interdépendance compensatrice sera démontrée, pour toutes les anélastoses, comme absolument générale.

En tout cas, dans l'état de nos connaissances, c'est en ayant les yeux vers les combinaisons diverses de l'état d'élasticité vivante des artères ci-dessus rappelées que le médecin peut dès maintenant diagnostiquer et guérir un grand nombre de maladies d'origine jusqu'ici inconnue.

ENTOMOLOGIE. — *Influence des fortes chaleurs sur certains Insectes parasites de végétaux.* Note de M. J. **Chaine**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les variations atmosphériques peuvent avoir une grande influence sur le développement des Insectes; mais parmi les facteurs susceptibles d'exercer

une action sur ces êtres, un de ceux qui se font sentir le plus brusquement, et peut-être le plus radicalement, est certainement la chaleur.

Nombreux ont été les auteurs qui, en 1911, ont signalé l'avortement de la génération d'été de la Cochylis. De divers côtés, ce fait a été indiqué et l'on peut dire que le phénomène a été général (Bordelais, Champagne, Bourgogne, Anjou, etc.); je ne rapporterai pas ici les diverses observations faites à ce sujet, car la plupart d'entre elles ont été publiées. Il m'a été donné d'étudier les causes de cet avortement dans deux régions du département de la Gironde, le Blayais et le Castillonnais; mes constatations ont été identiques dans les deux cas et concordent entièrement avec celles faites par les autres observateurs; en ce qui concerne la Cochylis, je n'ai donc aucune contribution nouvelle à apporter ici.

La première génération de la Cochylis, d'une façon générale, avait été favorisée par des conditions atmosphériques particulièrement propices pour le développement de cet être; de sorte que l'on redoutait, avec juste raison, une généralisation du fléau au moment de la deuxième génération.

Vers la fin du printemps, les larves de la Cochylis étaient nombreuses, bien venues, lorsqu'à la fin de juin et au commencement de juillet la température fut très élevée; on nota certains jours jusqu'à plus de 37° à l'ombre (9 juillet). Cette élévation excessive de la température eut pour conséquence de tuer de nombreuses larves et chrysalides dont on retrouva dès lors les cadavres desséchés, en grande quantité. L'invasion d'été fut ainsi enrayée; les statistiques effectuées montrent, en effet, qu'elle fut à peu près nulle; dans certaines régions, il n'y eut même pour ainsi dire pas de deuxième génération. Dans les vignobles moins exposés à la chaleur, dans les palus par exemple, la mortalité de la Cochylis fut moins accentuée, bien que cependant elle fut, de beaucoup, plus abondante qu'à l'ordinaire.

Ce n'est pas la première fois qu'une telle action de la température sur la Cochylis est signalée; déjà, en 1893, M. Henri Kehrig avait indiqué, d'une façon très nette, l'influence que les fortes températures du 16 août 1892 avaient eue sur les œufs et les larves de Cochylis de deuxième génération.

On a discuté pour établir sur quelle génération les fortes chaleurs de 1911 avaient plus particulièrement fait sentir leur action. Je n'interviendrai pas ici dans ce débat, bien qu'il m'ait été donné de faire d'importantes observations à ce sujet, me réservant d'y revenir dans une prochaine publication. Dans cette Note, je ne veux retenir que le fait que les fortes températures de juin et juillet 1911, concordant avec une période prolongée de sécheresse, ont détruit un très grand nombre de larves et de chrysalides de Cochylis, au point que la deuxième génération a été à peu près complètement annihilée.

Ce n'est pas là le seul exemple de destruction de larves d'Insectes par la chaleur que j'ai observé en 1911.

Depuis quelques années, j'étudie un parasite du buis, une Cécidomyie, le *Monarthropalpus buxi* Lab. Ce petit Diptère, comme l'a déjà fort bien observé Laboulbène, au printemps, pond dans le parenchyme de la feuille du buis. Les œufs donnent naissance à des larves qui, à l'été, ont déjà creusé la feuille de façon à y former une cavité close de toute part; en même temps, la feuille se boursoufle sur ses deux faces, de sorte que la cavité interne devient ainsi assez vaste. Chacune de ces *mines* renferme ordinairement de deux à treize larves.

Lorsque l'éclosion est abondante, à peu près toutes les feuilles de l'année sont parasitées. C'est ce qui s'est produit en 1911; au printemps de cette année-là, les petites mouches pullulaient, aussi tous mes buis en observation furent-ils entièrement envahis. Je m'attendais donc à une éclosion considérable pour le printemps de cette année (1912).

Mais, dès l'autonne de 1911, je constatai que les cavités foliaires, contrairement à l'habitude, renfermaient des cadavres de larves momifiés; le nombre des larves vivantes y était très restreint, je n'en comptai guère que de une à six, au plus. Intrigué par le fait, je poursuivis mes investigations sur tous mes buis en observation; partout le résultat fut le même. Je rapprochai cette constatation de ce que j'avais déjà observé pour la Cochylis et de ce qu'avaient fait connaître d'autres naturalistes sur ce dernier Insecte. J'arrivai ainsi à la conclusion que les fortes températures de l'été 1911 avaient tué, dans leur mine, un grand nombre de larves de *Monarthropalpus buxi*. La conséquence directe de ce fait fut que l'éclosion de 1912 a été bien moins abondante que celle des années précédentes; cela fut général, je l'ai constaté partout où j'ai pu observer des buis parasités par ce Diptère.

L'action de la température est encore rendue indiscutable par la remarque suivante. Les pieds de buis cultivés à l'ombre, ou dans des endroits frais, étaient beaucoup plus parasités que ceux élevés dans des lieux chauds, secs et très ensoleillés. Cela concorde entièrement avec l'observation faite sur les vignes de palus, et rapportée ci-dessus, chez lesquelles la Cochylis paraît avoir été bien plus abondante que dans les vignobles très exposés à la chaleur.

L'observation que j'ai faite sur le *Monarthropalpus* est encore importante à un autre point de vue. Quelques auteurs s'étaient demandé si la mortalité observée sur la Cochylis avait été provoquée par la chaleur elle-même, ou bien si elle n'était pas due à une infection parasitaire déterminée par cette surélévation anormale de température ou à une surproduction d'ennemis de cette espèce. La question qui peut être posée pour la Cochylis n'a plus de raison d'être pour les larves de *Monarthropalpus buxi*. Cet animal, en effet, vit dans des loges closes

de toute part, sans relation aucune avec l'extérieur, si ce n'est par les minces interstices du tissus lacuneux de la feuille; il est donc à l'abri de toute contagion. Du reste, aucun des auteurs qui a étudié le *Monarthropalpus buxi* n'a décrit de parasites de cet être; je n'en ai pas rencontré non plus, malgré de patientes et minutieuses investigations, pas plus d'ailleurs que d'ennemis naturels tant que la larve est incluse dans sa mine. C'est donc bien à la chaleur, et à la chaleur seule, qu'est due la mort de ces larves. Il est vrai que certains auteurs étaient arrivés à une conclusion identique pour la Cochylis; mon observation vient donc confirmer la leur et, portant sur un autre être, elle donne au phénomène une signification générale.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude expérimentale de la sexualité chez* Dinophilus. Note de M. **Paul de Beauchamp**, présentée par M. Y. Delage.

J'ai publié ici même (*Comptes rendus*, séance du 14 mars 1910) une première Note sur les phénomènes de sexualité chez *Dinophilus*, dont je comptais poursuivre l'étude; malheureusement le manque de matériel m'a forcé à interrompre mon travail, et cette année seulement j'ai pu poursuivre pendant cinq générations un élevage d'animaux *isolés* en verre de montre, seul procédé qui permette une analyse serrée des conditions du problème. Entre temps Shearer (*Quart. Journ. Microsc. Sc.*, t. LVII, p. 329) a publié sur le même sujet un travail fort approfondi; il a considéré surtout le point de vue cytologique que je n'ai jusqu'ici fait qu'effleurer et n'a employé que des cultures en masse. Mes résultats ne concordent qu'en partie avec les siens, je juge utile d'en donner ici un premier aperçu, en attendant d'avoir achevé le dépouillement de mes expériences et de les avoir corroborées par d'autres [1].

Tout d'abord, en ce qui concerne la parthénogenèse, je l'ai obtenue beaucoup moins facilement que dans ma première série d'expériences, ce qui tient peut-être à ce que mes individus, provenant non plus de l'aquarium de Roscoff, mais de celui de Monaco, pouvaient former une race un peu différente au point de vue biologique. J'ai observé

[1] Je discuterai ailleurs la question de savoir si mon espèce est identique à celle dont s'est servi Shearer; très délicate vu l'insignifiance des caractères extérieurs et la difficulté de constater les particularités des néphridies, par exemple; elles sont en tout cas extrêmement voisines.

comme Shearer que la fécondation (je suis tout à fait d'accord avec lui sur le moment où elle se fait, à l'éclosion du cocon) a une influence certaine sur la croissance et la ponte de l'animal, mais j'ai trouvé cette influence beaucoup moins accentuée qu'il ne le croit, doutant presque qu'un animal vierge puisse arriver à maturité sexuelle : le développement et la formation des œufs sont seulement un peu retardés par rapport à l'animal fécondé, mais ceux-ci ne sont pas pondus comme dans l'autre cas et s'accumulent à l'intérieur de la mère, qu'ils distendent de façon énorme; tardivement enfin, ils sont déchargés en deux ou trois pontes où la plupart d'entre eux ne sont pas agglomérés en cocons ni entourés d'une membrane. Comme dans les cas de parthénogenèse artificielle, la fécondation semble donc favoriser la formation de celle-ci (je doute un peu que l'enveloppe du cocon soit sécrétée par le tégument de la mère comme le veut Shearer; le processus qu'il indique est inadmissible pour les petites pontes d'un ou deux œufs ♀; mais, en tout cas, chaque œuf possède aussi une enveloppe propre sécrétée par lui-même). Les œufs non fécondés sans membrane ne se segmentent généralement pas; ceux qui en ont une, plus ou moins irrégulièrement; dans un ou deux cas, j'ai obtenu comme dans mes premières expériences des individus viables, mais je suis obligé de renoncer à croire que la parthénogenèse puisse, pour les lignées en question, jouer un rôle normal dans le cycle évolutif.

Les pontes non fécondées renferment des œufs mâles aussi bien que femelles : ceci jette déjà des doutes sur le déterminisme cytologique de la sexualité admis par Shearer : le pronucleus mâle resterait dans l'ovogonie au contact (ou plutôt à l'intérieur) de son noyau propre, se multipliant avec lui sans s'y fusionner, et passerait finalement tout entier dans un des produits de division qui deviendrait l'œuf femelle; les œufs n'en renfermant pas donneraient les mâles. La présence de deux masses colorables inégales dans chaque noyau d'ovogonie est un fait que j'ai constaté depuis longtemps, mais leurs réactions histologiques rendent déjà fort peu probable qu'il s'agisse de deux chromatines sexuelles homologues : par la méthode de Mann, la petite se colore en bleu comme la chromatine vraie dans tous les noyaux de cellules sexuelles ou de Protozoaires, mais la grosse en rouge comme les « nucléoles de plastine » de beaucoup d'entre elles qui ne paraissent avoir qu'un rôle trophique. Enfin, sur des coupes d'animaux *sûrement vierges*, isolés avec soin à l'éclosion et s'étant gonflés longtemps d'œufs sans pondre comme tous les non-fécondés, j'ai pu constater la même dualité nucléaire, contrairement à ce qu'affirme Shearer qui s'est adressé à des animaux trop jeunes. Son interprétation me paraît donc erronée et l'étude de la fécondation entièrement à reprendre.

J'ajoute enfin quelques remarques préliminaires sur l'évolution des lignées. Dans les meilleures conditions de nutrition, j'ai pu suivre la progéniture de deux individus pendant trois générations sans observer le moindre indice d'une période de *dépression*

générale ou limitée à certaines branches. Il existe une courbe de production des œufs à peu près parallèle pour chaque individu : les premières pontes ont toujours un petit nombre d'œufs, qui croît régulièrement dans les suivantes et retombe dans les dernières; il arrive fréquemment que les premiers ou les derniers œufs d'une femelle se segmentent mal, avortent ou donnent des individus anormaux, tandis que les autres en donnent de parfaitement viables et féconds. Il peut y avoir, même entre les individus issus d'une même ponte, et dans des conditions en apparence identiques, de très grandes différences dans la date de la maturité sexuelle, sans qu'elles affectent le nombre total des œufs pondus, mais aussi de très grandes différences dans ce nombre même.

Ces différences ne sont *aucunement héréditaires* et ne se conservent pas dans la progéniture de chaque individu (je n'ai pas constaté davantage l'hérédité des anomalies somatiques : nanisme, réduction du nombre des yeux, déformations variées, qui s'observent souvent); elles sont dues sans doute à des causes internes modificatrices de la nutrition, car on en observe d'analogues sous l'influence de facteurs externes. En effet, la quatrième génération de mes cultures a été soumise, pendant trois semaines à partir de l'éclosion (c'est à peu près la durée qui s'écoule normalement entre celle-ci et la dernière ponte, après laquelle l'animal peut vivre encore autant), à une alimentation très insuffisante qui a exagéré les différences individuelles : certains individus ont pondu peu ou pas pendant ce temps et, réalimentés ensuite, ont fourni le nombre d'œufs normal; d'autres n'ont pas pondu du tout ou pondu en quantité très faible, avec une proportion plus ou moins grande d'œufs non viables; sur les individus féconds de la cinquième génération, la répercussion de ces différences ne s'est pas davantage fait sentir. *Enfin, je n'ai pas observé que l'action du jeûne, qui diminue le nombre total des œufs, altérât de façon notable la proportion des mâles aux femelles*, contrairement à ce qui était admis depuis les travaux de von Malsen.

En somme, et bien que je ne veuille pas tirer de mes expériences des conclusions actuellement prématurées, elles ne me paraissent en faveur ni de la détermination du sexe par la répartition de substances cytologiques, ni de la détermination par l'influence directe de la nutrition.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des schistes d'Athènes.* Note de **Ph. Négris**, présentée par M. H. Douvillé.

Le soubassement d'Athènes est formé par des schistes, marnes et grès de couleur gris verdâtre jusqu'au brun, avec bancs calcaires intercalés : ce sont les schistes d'Athènes de M. Lepsius, que ce dernier a rapportés au Crétacé inférieur. M. Carl Renz, d'autre part, les considère comme paléozoïques. Pour nous, c'est une série compréhensive comprenant le Trias et le Crétacé inférieur. Une communauté de cou-

leur et le peu de régularité des couches, qui sont très tourmentées, masque le plus souvent le contact de ces formations d'âge si différent.

Les caractères distinctifs sont les suivants : la formation triasique est formée de schistes semi-cristallins, avec grès intercalés et de calcaires souvent très cristallins, le plus souvent gris, quelquefois blancs, par endroits bréchoïdes. Les calcaires, très cristallins, sont développés dans la colline de l'ancien dépôt de poudres, à l'ouest du cimetière ; les calcaires bréchoïdes apparaissent sur le versant nord du Lycabète, au-dessus du champ de Mars. Ici j'ai observé dans ces calcaires les coraux du Trias supérieur du Parnasse et des Gyroporelles, probablement *Gyroporella vesiculifera* Gümbel.

La formation crétacée débute par des marnes généralement verdâtres, ou bleuâtres et quelquefois blanchâtres comme à la partie nord-ouest du champ de Mars, passant à des calcaires en plaquettes bariolés, souvent schisteux jaunes, qui eux-mêmes deviennent bréchoïdes, en conservant la coloration jaune, ce qui nous permettra de distinguer tout ce complexe sous le nom de *formation jaune*. Au-dessus, apparaît le calcaire des sommets, dans lequel, M. C. Ktenas a trouvé l'*Hippurites giganteus* Douvillé, à Patissia sur la colline (242,2), et l'*H. giganteus*, variété *atheniensis* Ktenas, sur la colline de l'Abattoir.

On peut observer la série compréhensive des schistes d'Athènes complète, à l'ouest des Tourkovounia, depuis la colline d'Anchesmos, jusqu'à Kypseli ; le Trias plonge sous le Lycabète et l'Anchesmos, tandis que, plus à l'Ouest, il est recouvert par les marnes, surmontées par la formation jaune, qui, elle-même, porte le calcaire des sommets. On voit d'ailleurs, sur le versant nord du Lycabète, au-dessus d'une carrière de calcaire bréchoïde triasique, la formation jaune transgressive raviner ce calcaire.

Si maintenant on suit les schistes d'Athènes vers l'Hymette pour reconnaître leur disposition par rapport à la série cristalline et qu'on remonte le torrent de l'Eridanos vers Hagios Marios, on voit les marnes de la partie supérieure recouvrir le calcaire (C_1), de M. Lepsius, calcaire dont nous avons reconnu l'âge triasique dans une Note précédente : au contraire, la partie inférieure des schistes d'Athènes, avec bancs calcaires cristallins, de direction nord-ouest, le tout fortement redressé, disparaît sous les éboulis, pour s'enfoncer sous le même calcaire (C_1) dont l'inclinaison ici est très faible, et dont la direction est est-ouest à nord-ouest. Comme d'ailleurs, en avançant vers l'Hymette, on voit affleurer sous le calcaire (C_1), le marbre (MO), avec

les schistes cristallins (gl) de M. Lepsius, il est naturel de penser que la partie inférieure des schistes d'Athènes répond à ces couches cristallines, dont nous avons reconnu l'âge triasique dans notre Note précédente. Il est vrai qu'ici les couches cristallines sont plus métamorphiques, mais, plus au Nord, à Guri Korakut, elles le sont beaucoup moins, et ressemblent alors à s'y méprendre aux schistes inférieurs d'Athènes, dont l'âge triasique se trouve ainsi de nouveau confirmé.

Si d'Athènes on passe au Laurium, les schistes inférieurs d'Athènes sont représentés par les schistes micacés de Kamareza, tandis que les schistes supérieurs, ici fortement métamorphiques (sans doute à cause de la venue de l'Eurite et de la réapparition des roches vertes qui se sont épanchées à nouveau dans les schistes), recouvrent le calcaire C_1 de Lepsius et passent par alternances à des calcaires en plaquettes gris, bruns et jaunes. Dans ces derniers, à Nyctochori (Ergastéria), j'avais trouvé des Milliolidés que j'avais cru pouvoir rapporter à l'Éocène, à la suite d'une détermination erronée d'un autre échantillon à Milliolidés du mont Geraneio, où j'avais cru reconnaître une Nummulite. M. H. Douvillé, qui a bien voulu examiner ce dernier échantillon ([1]), a dissipé cette erreur. Depuis, j'ai découvert au Laurium, dans le même gisement à Milliolidés, des Rudistes indéterminables. Il semble que nous nous trouvions ici sur l'horizon du Crétacé inférieur découvert par M. E. Frech et C. Renz dans l'île de Saint-Georges, près de Salamine, horizon auquel appartiendraient la formation jaune dont il a été question plus haut, ainsi que les couches marneuses qui la précèdent en concordance.

Ainsi donc, la série compréhensive des schistes d'Athènes présenterait, elle aussi, la grande lacune que nous avons signalée dans la plus grande partie de la Grèce entre le Trias et le Crétacé inférieur, ou le Jurassique supérieur (Note du 27 février 1911). Je ne serais pas étonné que cette lacune se retrouvât en Eubée, car M. Deprat, qui a élucidé les points principaux de la géologie de cette île, ne cite aucun fossile se rapportant aux couches comprises entre le Trias et les calcaires à *Ellipsactinia*, et ne place qu'hypothétiquement certaines couches dans cet intervalle.

([1]) *Comptes rendus sommaires des séances de la Soc. géol. de France*, 20 novembre 1911.

PALÉONTOLOGIE. — *Les récentes découvertes paléontologiques en Indochine.* Note de M. **H. Mansuy**, présentée par M. H. Douvillé.

Les nombreuses découvertes paléontologiques faites en Indochine, au cours des cinq dernières années, de 1908 à 1912, augmentent, dans la plus large mesure, nos connaissances relatives à l'extension des divers horizons sédimentaires et rendent plus précises les notions acquises antérieurement sur les caractéristiques paléontologiques de chacun d'eux.

Ordovicien. — 1° Grès du massif de Ben-Thuy, Annam : *Trinucleus ornatus* Stern.; *Dalmanites* sp.?. Rappelons que *Dionide formosa* Barr. a été découvert dans le nord du Yunnan et qu'avec *T. ornatus*, il appartient à l'horizon d^3 du Silurien de Bohême; 2° schistes de Muong-Loum, feuille de Van-Yen, Tonkin : *Strophomena expansa* Sow.; *Orthis budleighensis* Dav.; cette dernière espèce déjà signalée des régions de That-Khé, de Ha-Lang et de Tuyen-Quang; 3° nous attribuons à l'Ordovicien deux horizons schisteux de la feuille de Van-Yen, ayant donné deux espèces nouvelles de *Chonetes*.

Gothlandien. — 4° Schistes de Van-Yen, feuille de Pho-Binh-Gia, Tonkin : *Orthis Lewisi* Dav.; *Spirifer* cf. *sulcatus* His; 5° le Gothlandien calcaire à polypiers, déjà reconnu sur la feuille de Yen-Minh, a été retrouvé à Van-Lang, où il est superposé aux schistes à *Orthis Lewisi*, puis sur plusieurs points des feuilles de Van-Yen et de Son-La. Les espèces suivantes ont été recueillies : *Favosites reticulatus* M. E. et H.; *F. gothlandicus* Lk.; *F. asperus* d'Orb.; *F.* cf. *dubius* M. E. et H.; *Alveolites* n. sp.; *Heliolites megastoma* M'Coy; *Plasmopora* sp.?; 6° à Muong-Te, feuille de Van-Yen : schistes à *Spirifer bijugosus* M'Coy, espèce du Gothlandien schisteux de Van-Linh, près Lang-Son; 7° schistes gréseux de Lang-Nac avec *Strophomena* n. sp.

Dévonien. — 8° Calcaire dévonien, sud-ouest de la feuille de Ron, Annam : *Athyris* n. sp., aff. *A. reticulata* Goss. du Famennien; *Atrypa desquamata* Sow.; *Nucleospira takwanensis* Kay.; *Cyathophyllum* n. sp.; *Thecostegites* cf. *Bouchardi* Mich.; *Michelinia* n. sp.; *Heliolites porosus* M. E. et H. Cette faune paraît appartenir à un horizon de transition du Dévonien moyen au Dévonien supérieur.

Carboniférien. — 9° Calcaire inférieur de la Montagne de l'Éléphant, renfermant une faune surtout composée d'espèces nouvelles montrant d'étroites affinités avec certaines formes du Dinantien européen : *Athyris* n. sp., aff. *A. Roissyi* Lév.; *Athyris* n. sp.; aff. *A. globularis* Phil.; *Spirifer* n. sp., aff. *S. eximius* de Kon.; *Baylea* n. sp., quatre espèces, aff. *B. turritoidea* de Kon.; *B. spirata* de Kon.; *B. luxurians* de Kon.; *B. Yvanii* Lév.; *Ptychomphalus* n. sp., aff. *P. Agassizi* de Kon.; *Murchisonia* n. sp.; *Loxonema* n. sp.; *Syringopora* n. sp., deux espèces; 10° un horizon dinantien schisteux à Bai-Duc, feuille de Hung-Khé, Annam, a donné une espèce nouvelle de *Phillipsia*; 11° l'âge carboniférien des calcaires du sud-est du

massif de Bac-Son, feuille de Pho-Binh-Gia, est confirmé par la découverte des deux Anthozoaires suivants: *Lithostrotion* n. sp.; *Cyathophyllum* cf. *multiplex* de Keys.; 12° la présence du Carboniférien, en Annam, dans le Quang-Binh, est révélée par des calcaires à *Lithostrotion* et *Zaphrentis;* 13° à Tu-Mua, feuille de Van-Yen, Tonkin, *Productus Cora* d'Orb. et *P.* cf. *lineatus* Waag., dans un calcaire clair, indiquent un horizon artinskien probable; 14° dans la région du Phong-Tho, Tonkin occidental, un niveau Carboniférien imprécis a donné un *Lithostrotion* n. sp.

Trias. — 15° du Trias moyen du Mau-Son à l'est de Lang-Son: *Myophoria radiata* v. Lócz. et *M. laevigata* v. Albr.; 16° l'extension du Trias moyen dans l'ouest du Tonkin a été reconnue sur la feuille de Son-La, par la découverte de *Myophoria inæquicostata* Klipst.; 17° Trias de la feuille de Mon-Cay, Tonkin, avec *Estheria minuta* Alb. et deux espèces nouvelles de *Gervilleia;* 18° feuille de Van-Yen, Trias schisteux, niveau indéterminé, avec *Palæoneilo* sp.?; *Neomegalodon* n. sp.; 19° du Trias de Ban Nam-Kay, région de Phong-Tho, nous signalerons *Protrachyceras Archelaus* Laube et *Phragmoteuthis* sp. ?; 20° schistes de la feuille de Phu-Tinh-Gia, Annam, prolongement méridional du Trias de Phu-Nho-Quan, nord de l'Annam, avec *Lima* cf. *austriaca* Bitt. et *Myophoria* cf. *inæquicostata,* c'est l'horizon de Lang-Son; 21° calcaire à Gastropodes de Quan-Moc, feuille de Phu-Dien, Annam : *Worthenia* n. sp.; *Cœlostylina* n. sp.; *Loxonema* sp.? *Omphaloptycha* n. sp.; *Promathildia* sp.?; *Spiriferina* (*Mentzelia*) n. sp.; 22° calcaires et schistes à Ammonoïdes de Quan-Son, feuille de Phu-Tinh-Gia, avec *Dinarites* n. sp.; *Cuccoceras* n. sp.; *Cuccoceras* cf. *Yoga* Diener; *Cuccoceras* sp.?; *Ceratites* n. sp.; *Balatonites* n. sp.; *Mekoceras* sp.?; *Ptychites* sp.?; *Rhynchonella* (*Norella*) *Kingi* Bittner; *R.* (*Norella*) n. sp. 21° et 22° montrent une analogie certaine avec le Muschelkalk de l'Himalaya.

Rhétien. — 23° Le gîte de charbon de Phan-Mé, feuille de Tuyen-Quang, subordonné au Rhétien gréseux, renferme la flore du Rhétien houiller de Hongay; les espèces suivantes ont été reconnues : *Sphenopteris* cf. *princeps* Presl.; *Cladophlebis* (*Todea*) *Rœsserti* Presl.; *C. Raciborsky* Zeil.; *Tæniopteris Jourdyi* Zeil.; *Schizoneura Carrerei* Zeil.; *Podozamites distans* Presl.; *Pterophyllum* (*Anomozamites*) *inconstans*, Braun; *P.* cf.; *Tietzei* Schenk; 24° dans les schistes du gîte de charbon de Cho-Bo, sur la rivière Noire, avec les plantes de Hongay, ont été découvertes des espèces nouvelles du genre *Hettangia*; 25° Rhétien de Ban San, feuille de Dien-Bien-Phu, Tonkin occidental, avec *Protocardia contusa* M. Healy, espèce du Rhétien birman.

Lias (âge indéterminé). — 26° Calcaire rouge de Ba-Ma, feuille de Lu-An-Chau, Tonkin occidental, avec *Montlivaultia* sp.?; *Terebratula* n. sp.; *Aulacothyris* n. sp., aff. *A. pala* v. Buch, du Callovien; *Rhynchonella* n. sp., aff. *R. palmata*, Opp. du Charmouthien. Ce terrain paraît représenter le terme sédimentaire le plus récent, connu dans la colonie.

SISMOLOGIE. — *Sur la constance probable de l'activité sismique mondiale.* Note de M. F. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Barrois.

Le Catalogue général des tremblements de terre destructeurs, ou mégaséismes, que vient de publier J. Milne ([1]), et qui débute avec l'ère chrétienne, permet sinon de résoudre complètement, du moins d'aborder pour la première fois la question de savoir si l'activité sismique mondiale est constante ou non, en admettant qu'elle soit mesurée par le nombre annuel des mégaséismes. Ce Catalogue présente sur tous ses devanciers cet avantage d'être homogène, l'éminent sismologue anglais ayant éliminé les innombrables petites secousses qui, dans une période de temps un peu longue et une région suffisamment étendue, se présentent avec une irrégularité défiant toute statistique, parce que ce sont généralement les répliques de tremblements de terre d'intensité notable. Ce Catalogue comprend plus de 4000 séismes.

En construisant le graphique des mégaséismes par demi-siècles, on est conduit à des remarques intéressantes :

La courbe est horizontale jusqu'à l'an 650; total 91; 7 séismes par demi-siècle; c'est l'époque de la culture romaine. Pendant le millénaire suivant, 650-1650, la courbe s'élève lentement avec un peu plus d'un mégaséisme annuel; total 1099; c'est l'époque des chroniques monacales d'abord, de l'essor scientifique dû à la Renaissance, plus tard. Pendant les deux siècles suivants, 1650 à 1850, la courbe s'élève de plus en plus rapidement et passe de 1 à 11 mégaséismes par an en moyenne; c'est l'époque des explorations géographiques et de la prise de possession des pays extra-européens par les races cultivées.

Dans la dizaine d'années 1840-1849, cette moyenne était de 18 et passe à 31 pour la suivante 1850-1859. Mais en outre, à partir de 1850, la courbe devient brusquement horizontale, forme qu'elle conserve jusqu'à 1899, l'écart entre le maximum et le minimum ne dépassant pas 2,8 pour 100 du total de 1521 mégaséismes. Or de 1850 à 1872, le Catalogue n'est à quelques faits près qu'un dépouillement des travaux d'Alexis Perrey. Le grand sismologue français était donc parvenu à lui tout seul à être complètement renseigné sur les mégaséismes du monde entier.

L'activité sismique mondiale s'est ainsi montrée constante pendant toute la durée de la seconde moitié du XIXe siècle.

([1]) *A Catalogue of destructive earthquakes*, A. D. 7 to A. D. 1899 (*Brit. Ass. Ad. of Sc., Portsmouth meeting*, 1911.)

En a-t-il été de même antérieurement? A cet égard le Catalogue de Milne ne permet pas une affirmation catégorique. Que cela soit extrêmement probable, cela se déduit du Japon, pays dont les annales sont très riches en relations de tremblements de terre, car si l'on fait le relevé des mégaséismes correspondants, on trouve pour les sept derniers siècles une courbe horizontale, avec une moyenne de 48 tremblements de terre destructeurs par an, l'écart entre le maximum et le minimum des nombres par demi-siècles ne dépassant pas 9,5 pour 100 du total. Au contraire, pour les autres pays, les courbes ne deviennent horizontales qu'à partir de 1850.

Les Catalogues publiés par l'Association internationale de Sismologie pour 1903, 1904 et 1905 confirment les résultats de la période 1850-1899.

On peut donc avec beaucoup de vraisemblance énoncer la loi suivante :

L'activité sismique mondiale est constante si on la mesure par le nombre de mégaséismes.

M. **Jaime Ferran** adresse deux Mémoires relatifs à la *Tuberculose inflammatoire* et au *Virus tuberculeux*.

(Renvoi à l'examen de M. E. Roux.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUIN 1912.

GASTON DARBOUX. *Éloges académiques et Discours;* Volume publié par le COMITÉ DU JUBILÉ SCIENTIFIQUE DE M. GASTON DARBOUX. Paris, A. Hermann et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. Appell.) [Un des exemplaires sur papier de Hollande.]

Savants du jour. HENRI POINCARÉ : *Biographie, bibliographie analytique des écrits*, par ERNEST LEBON; seconde édition entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, 25 mai 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Stabilité d'un paquebot après un abordage en mer, dispositions propres à prévenir le chavirement, par M. BERTIN, Directeur du Génie maritime. (Mémoire présenté au *Congrès d'Architecture et de Construction navales* de 1900.) Paris, Gauthier-Villars et fils, s. d.; 1 fasc. in-4°, avec 2 planches hors texte. (Hommage de l'auteur.)

Flore de France, ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par GEORGES ROUY; t. XIII. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, mai 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

La photographie automatique en noir et en couleurs par la suppression du laboratoire obscur. — La photographie expérimentale, justification irréfutable de la photographie automatique. — La photographie en famille, sa moralité, ses joies, son utilité, par CHARLES GRAVIER. Paris, Bureaux du *Moniteur de la Photographie*, s. d.; 3 fasc. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Catalogue des Coléoptères de Provence, d'après des documents recueillis et groupés par HENRI CAILLOL; avec une préface de M. E. ABEILLE DE PERRIN; 1re Partie : *Cicindelidæ, Carbidæ, Haliplidæ, Hygrobiidæ, Dytiscidæ, Gyrinidæ, Staphylinidæ, Pselaphidæ, Clavigeridæ, Seydmænidæ.* (Extr. des *Annales de la Société des Sciences naturelles de Provence*, t, I, 1907.) Marseille, 1908; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne; t. II, 4e fascicule, 1909. Toulouse, Édouard Privat, 1911; 1 fasc. in-4°.

Account of the operations of the Great trigonometrical Survey of India. Volume XIX : *Levelling of precision in India*, 1858-1909, by colonel S.-G. BURRARD. Dehra Dun, the Office of trigonometrical Survey of India, 1910; 1 vol. in-4°.

Records of the Survey of India; t. I, 1909-1910, prepared under the direction of Colonel S.-G. BURRARD. Calcutta, 1912; 1 vol. in-4°.

Observatoire royal de Belgique. *Annuaire astronomique pour* 1913, publié sous la direction de G. LECOINTE. Bruxelles, Hayez, 1912; 1 vol. in-12.

Observatoire royal de Belgique. *Annuaire météorologique pour* 1912, publié par les soins de J. Vincent. Bruxelles, Hayez, 1911; 1 vol. in-12.

Manifestation en l'honneur de M. J. Neuberg, Professeur émérite de la Faculté des Sciences de l'Université de Liége : *Liber memorialis*, publié par le Comité organisateur. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1912; 1 fasc. in-8°.

Le présent et l'avenir de l'Institut international d'Agriculture, par Louis-Dop. Rome, 1912; 1 fasc. in-8°.

Analisis quimico de las plantas esteparias de España, por D. Ramiro Suárez y Bermúdez. Madrid, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Boletin del Servicio sismologico de Chile; IV. *Mapas sismicos*, 1906-1910, por el Conde de Montessus de Ballore, director del Servicio sismologico. Santiago du Chili, 1912; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juin 1912.

Contributo alla conoscenza delle Fillosserine ed in particolare della Fillossera della Vite, per Battista Grassi, con 19 tavole, seguito da un *Riassunto teorico-pratico della biologia della Fillossera della Vite*, per Anna Foà, con una tavole; Studi fatti e pubblicati per incarico del Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio. Rome, G. Bertero et Cie, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Réflexion d'un médecin de campagne sur l'allaitement du nourrisson, par Louis Raffalli, Médecin inspecteur des enfants du premier âge. Marseille, P. Stuard, s. d.; 1 fasc. in-8°.

L'année géologique est de 21000 *ans*, par Coste de Lagrave. Paris, A. Maloine, 1912; 1 fasc. in-12.

Pantosynthèse, par L. Mirinny. Paris, Marquet, avril 1912; 1 fasc. in-12.

Le dernier théorème de Fermat démontré, par Léon Gouy. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 fasc. in-8°.

Exposé des titres et travaux scientifiques du Dr E. Desforges-Mériel. Toulouse, Édouard Privat, 1912; 1 fasc. in-4°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. LXV, Bordeaux, A. Saugnac, 1911; 1 vol. in-8°.

Publications of the United States naval Observatory; Second series. Tome VI : *Equatorial observations* 1893-1907. *Miscellaneous astronomical papers. Transit of Mercury* 1894. *List of publications.* — Tome VII : *Catalogue of Washington zones*, 1846-1852. Washington, Government printing Office, 1911; 2 vol. in-4°.

Observations faites pendant l'éclipse de Soleil du 17 *avril* 1912 *à l'Observatoire de Genève;* Résumé, par Raoul Gautier, Directeur. Genève, 1912; 1 fasc. in-8°.

Sur la direction de la queue de la comète de Halley le soir du 20 *mai* 1910, par E.-M. Antoniadi. (Extr. de *Ciel et Terre*. Bulletin de la Société belge d'Astronomie, n° 12, 1911.) Bruxelles, s. d.; 1 fasc. in-8°.

The spectrum of comet Brooks (1911 *c*), by Sir NORMAN LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, A, t. LXXXVI, 1912.) Londres, 1 fasc. in-8°.

On the iron flame spectrum and those of Sun-spots and Lower-type stars, by Sir NORMAN LOCKYER. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society*, A, t. LXXXVI.) Londres, 1 fasc. in-8°.

Expedition of the California Academy of Sciences to the Galapagos islands, 1905-1906 : III. *The Butterflies and Hawk-Moths*, by FRANCIS X. WILLIAMS. — IV. *The Snakes*, by JOHN VAN DENBURGH. — V. *Notes on the botany of Cocos island*, by ALBAN STEWART. — VI. *The Geckos of the Galapagos archipelago*, by JOHN VAN DENBURGH. (*Proceedings of the California Academy of Sciences*, 4e série, t. I, p. 289-430.) San-Francisco, 1912; 4 fasc. in-8°.

Asteroidea of the North Pacific and adjacent Waters, by WALTER HENRICK FISHER, Assistant professor of Zoology, Stanford University, California; Part I : *Phanerozonia and Spinulosa.* (*United States National Museum;* Bulletin, 76.) Washington, 1911; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the United States National Museum; t. XXXIX. Washington, Government printing Office, 1911; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 3 juin 1912.)

Note de M. *Ph. Glangeaud*, Changements hydrographiques produits par les volcans de la chaîne des Puys. Les lacs de barrage disparus :

Page 1552, ligne 4, *au lieu de* entouré par la Sioule, *lire* entamé par la Sioule.
Même page, ligne 27, *au lieu de* 60^m, *lire* 40^m.
Page 1553, ligne 6, *au lieu de* 150^m, *lire* 130^m.

FIN DU TOME CENT-CINQUANTE-QUATRIÈME.

N° 26.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 24 Juin 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 26.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

48842 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

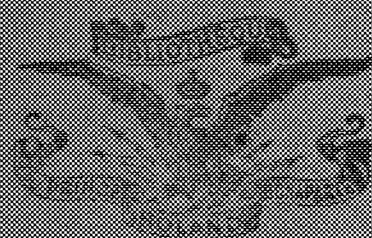
DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1912.

TOME 154.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1912.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 154.

A

ANATOMIE.

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

C

CHIMIE AGRICOLE.

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INDUSTRIELLE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MAGNÉTISME.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

MÉTÉOROLOGIE.

MINÉRALOGIE.

MICROBIOLOGIE.

N

O

OPTIQUE.

P

PALÉONTOLOGIE.

PATHOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
52194 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.